

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zmapování hodnotového toku na montáži podvozků ve
společnosti Tatra a.s.

Value Stream Mapping the Assembly in the Chasis of
Tatra a.s.

Student:
Vedoucí bakalářské práce:

Ondřej Chaloupka
doc. Ing. Josef Novák, CSc.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Ondřej Chaloupka**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2301R040 Průmyslové inženýrství**
Téma: **Zmapování hodnotového toku na montáži podvozků ve společnosti Tatra a.s.**
Value Stream Mapping the Assembly in the Chassis of Tatra a.s.

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu.
2. Posouzení současného stavu.
3. Návrh řešení.
4. Celkové zhodnocení řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

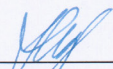
NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení*. VŠB-TU Ostrava, 2006. 105 s. ISBN 80-248-1223-1.
KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Grada Publishing, 2002. 421 s. ISBN 80-247-0199-5.
Racionalizace výroby [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. [cit. 2011-12-06]. URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>
Organizace a řízení [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. [cit. 2011-12-06]. URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>
TOMEK, Gustav. VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby*. Grada Publishing, 1999. 439 s. ISBN 80-7169-578-5.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

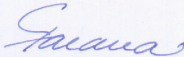
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Novák, CSc.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012


prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry




prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě27.5.2012.....

.....*Obilný*.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě27.5.2012.....

.....
podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Ondřej Chaloupka

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Kopřivnice 1075, PSČ 74221

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

CHALOUPKA, O. *Zmapování hodnotového toku na montáži podvozků ve společnosti Tatra a.s.: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2012, 63 s. Vedoucí práce: Novák, J.

Bakalářská práce se zabývá problematikou mapování hodnotového toku. Hlavním úkolem práce je zmapování současného stavu výroby. Jsou zde předloženy návrhy pro zvýšení výrobní kapacity. Jedním z nich je spojení pracovišť. Pro tento návrh je potřeba učinit vhodné investování pro zvýšení výrobnosti montážní linky. Dále jsou zde pomocí metody kaizen řešeny ztráty na pracovišti, které také vedou ke zvýšení výrobní kapacity na lince. V závěru práce jsou vyhodnoceny návrhy vedoucí ke zvýšení výrobní kapacity.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

CHALOUPKA, O. *Value Stream Mapping the Assembly in the Chasis of Tatra a.s.: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2012, 63 p. Thesis head: Novák, J.

This bachelor thesis deals with issues of value stream mapping. The main task of this project is to map the current state of production. Several suggestions for increasing the production capacity are presented. Connecting of the workplaces is one of them. An appropriate investment for increasing the production of the assembly line is required for this plan. Furthermore, there are some workplace losses solved with Kaizen method which also lead to increasing the production capacity of the assembly line. There are suggestions leading to the increase of production capacity evaluated at the end of this project.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÉHO OZNAČENÍ A ZKRATEK	8
ÚVOD.....	9
TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	10
1.1 7 základních druhů plýtvání (Muda)	12
1.2 Kanban	13
1.3 Kaizen	14
1.4 Just in time (JIT)	16
1.5 Metoda 5S	17
1.6 Poka – yoke	19
1.7 Mapování hodnotového toku (VSM)	19
PRAKTICKÁ ČÁST	21
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	21
2.1 Základní údaje o společnosti.....	21
2.2 Historie výroby	22
2.3 Tatrovácká koncepce automobilů	23
2.4 Úspěchy vlastního vývoje	24
2.5 Civilní a speciální sektor.....	25
2.6 Výrobní program.....	26
2.7 Popis montážní linky.....	26
3 POSOUZENÍ SOUČASNÉHO STAVU.....	34
3.1 Analýza ztrát	34
3.2 Sestavení mapy hodnotového toku.....	40
3.3 Sestavení informačního toku.....	42
3.4 Sestavení materiálového toku	43
3.5 Zmapování přípravných pracovišť	45
NÁVRH ŘEŠENÍ	46
4	46
4.1 Spojení pracovišť	46
4.2 Vyřešení ztrát	49

4.2.1	Náměry pro řešení.....	50
5	CELKOVÉ ZHODNOCENÍ ŘEŠENÍ	54
	ZÁVĚR.....	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	61
	SEZNAM PŘÍLOH	63

SEZNAM POUŽITÉHO OZNAČENÍ A ZKRATEK

C/T	cyklový čas (cycle time)
JIT	právě včas (just – in – time)
P/T	procesní čas (process time)
TT	čas taktu (takt time)
VSM	mapování hodnotového toku (value stream mapping)
VSD	budoucí mapa hodnotového toku (value stream design)

ÚVOD

V dnešní době a světě je potřeba neustále reagovat a držet krok s rostoucí konkurencí, kdy je potřeba investovat zvláště u starších podniků do rozvoje nových technologií, výrobních postupů nebo se dokonce snažit spojit výrobu s jinými podniky.

Společnost Tatra a.s. se neustále snaží zvyšovat kapacitu své výroby. Proto se v roce 2011 se spojila s nizozemskou značkou DAF a díky této spolupráci může Tatra využít její dealerskou síť, to je asi 100 prodejních míst hlavně v západní Evropě a to s novým modelem Tatra Phoenix. Díky této spolupráci je zapotřebí zvyšovat výrobní kapacitu.

Úkolem této bakalářské práce je zmapovat hodnotový tok na montážní lince podvozků ve společnosti Tatra a.s. V úvodní části práce se budu nejprve zabývat seznámením prvků štihlé výroby, které budou v praktické části práce využity. Z náměrů provedených na lince se sestojí analýza ztrát a vytvoří mapa hodnotového toku. Jedním z návrhů bude vyvážení pracnosti na pracovištích za tím účelem, aby se zvýšila výrobní kapacita ze stavu 4 vozů za den na 8 vozů za den. Dalším možným způsobem je využití metody kaizen pro neustálé zlepšování výrobního procesu a vyřeším tak ztráty na pracovišti. V závěru práce vyhodnotím navrhovaná řešení.

TEORETICKÁ ČÁST

1 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Štíhlou výrobu poprvé zavedli v 50 – 60 letech 20.století ve firmě Toyota. V Japonsku vycházeli z toho, že oproti americké konkurenci dělají některé zbytečné kroky navíc. Tímto chtěli odstranit tyto zbytečnosti a zároveň udržet výrobu ve vysoké flexibilitě pomocí zvýšení produktivity práce.[1]

Zavedením tohoto přístupu do praxe je připisáno manažerovi společnosti Toyota Taiichi Ohno, který byl v roce 1947 vedoucím výrobní linky. Proto zavedl zcela novou výrobní linku za účelem zvýšení produktivity práce a snížení prostojů, na které jeden dělník obsluhoval více strojů různých druhů. Tímto se firmě Toyota povedlo zvýšit produktivitu dvakrát až třikrát.[1][2]



Obrázek 1 - Hrubý přehled metod, prostředků a systémů pro Štíhlou výrobu [3]

Štíhlost podniku znamená, dělat jen takové činnosti, které jsou důležité, potřebné. Dělat je bez zmetků, hned napoprvé, rychleji než kdokoliv jiný a tím pádem utratit i méně peněz. Štíhlost je o zvyšování výkonnosti firmy tím, že na dané ploše kterou máme k dispozici dokážeme vyprodukovat více než ostatní (konkurence). V daném čase zpracujeme více objednávek, tedy všechny činnosti standardizujeme tak, aby měly menší pracnost a vytvářeli nám větší přidanou hodnotu výrobku. Takže s minimálním počtem činností vyrobíme rychleji, vyděláme více peněz a to celkově menším úsilím.[1]

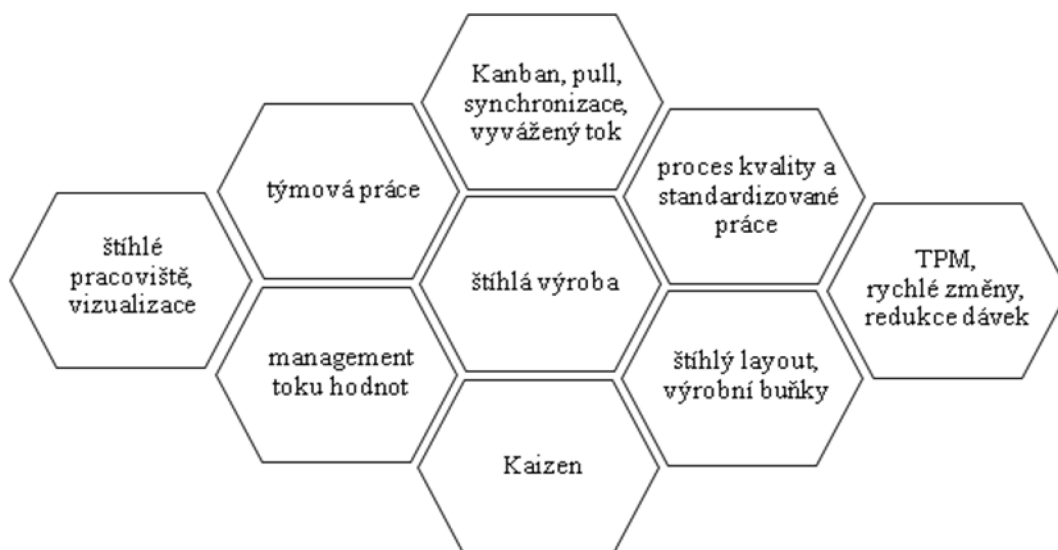
Klasická definice říká: „Štíhlá výroba znamená vyrábět jednoduše v samořízené výrobě. Koncentruje se na snižování nákladů přes nekompromisní úsilí po dosažení perfekcionismu. Ke každému dni ve výrobě patří principy kaizen aktivit, analýza toků a systémy kanban. Toto úsilí vtahuje do změn všechny pracovníky podniku – od vrcholového managementu až po pracovníky ve výrobě.“[1]

Štíhlá výroba není jen redukování nákladů, ale jde především o to, jak nejvíce maximalizovat přidanou hodnotu pro zákazníka. Jde také o úzké propojení s vývojem výrobků, technickou přípravou výroby, logistikou a administrativou v podniku. Velká část štíhlého podniku je hodně ovlivňována logistickými řetězci a procesy v administrativě.[1]



Obrázek 2 - Štíhlý podniky [1]

Štíhlá výroba byla a je popsána v mnoha knihách. Zkušenosti z implementace metod štíhlé výroby v několika podnicích vedly k definování prvků této metody, které jsou vyobrazeny na následujícím obrázku č.3.[1]



Obrázek 3 - Štíhlá výroba [1]

1.1 7 základních druhů plýtvání (Muda)

Zaváděním prvků štíhlé výroby v podniku vedou k eliminaci 7 základních druhů plýtvání (muda), které se vyskytují v každém výrobním systému:

- **Nadvýroba** – vyrábí se příliš mnoho výrobků anebo příliš brzo. Vzniká buď za účelem vyšších výrobních kapacit nebo za účelem vyrobit produkty navíc pro případ nouze = poruchy strojů, vyšší míra zmetkovitosti. Z tohoto důvodu vznikají i vyšší náklady na skladování. Proto si musíme klást dvě otázky. Buďto mít pojistnou zásobu pro případ poruchy linky a vysoké zmetkovitosti nebo přijmout veškeré opatření pro minimalizaci poruch a zmetků.
- **Nadbytečná práce** – činnosti nad rámec definované specifikace. Závisí i s nadvýrobou. Mít nejméně zmetků, vyrábět přesně to co je dané, bez následných oprav.
- **Zbytečný pohyb** – jedná se o pohyby pracovníka, které nepřidávají hodnotu. Např. přesun dělníka od stroje do skladu a zpátky, zvednutí

dílce ze zásobníku. Dle lean manufacturing (štíhlá výroba) teprve přimontování, vrtání součástky nabyde výrobek vyšší hodnoty.

- **Zásoby** – vznikají skladováním náhradních dílů, materiálů, nedokončených výrobků. Veškeré tyto položky zbytečně zabírají ve skladu místo a tím vznikají další náklady jako je manipulace s vysokozdviznými vozíky, více regálů, pracovníků.
- **Čekání** – dochází tehdy, kdy kvůli čekání nelze pokračovat dále ve výrobním systému. Do tohoto typu spadá porucha stroje, na pracovišti je nedostatek materiálu, nerovnoměrná výroba
- **Výroba zmetků** – výroba zmetkových výrobků vytváří hned několik zbytečných nákladů. Oprava těchto zmetků potřebuje čas, další pracovní sílu navíc tedy i finanční prostředky.
- **Doprava** – jedná se jak o externí tak i o interní dopravu, bez které se výroba neobejde. Nezahrnuje jen dopravu materiálu do podniku a dopravu hotových výrobků z podniku, ale také musíme zohlednit to, že ze skladu se musí materiál dopravit na pracoviště.[3][4]

Všechny tyto druhy plýtvání jsou navzájem propojeny. Takže redukce plýtvání v jedné oblasti způsobuje pokles plýtvání i v dalších oblastech. Cílem tedy je snížení plýtvání na nejnižší možnou úroveň.[4]

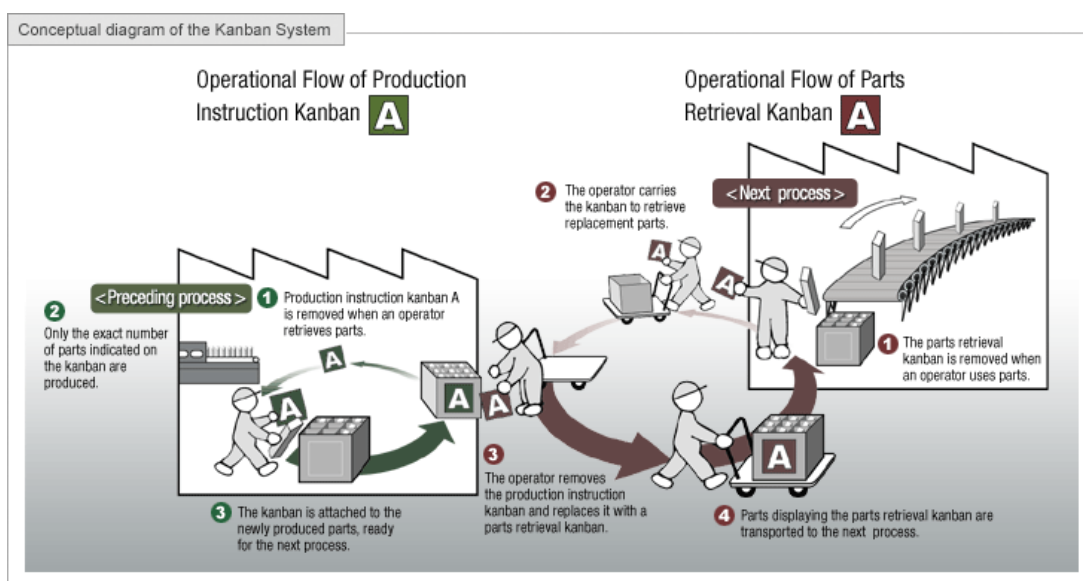
1.2 Kanban

Tento systém byl původně vyvinut firmou Toyota Motors v padesátých letech minulého století (1947) k dosažení cílů v oblasti snižování nákladů. Název pochází z japonského slova KAN – karta a BAN – signál. Je to japonský systém dílenského řízení výroby.[5]

Je uplatňován jako systém tahu – pull tak, že jsou potřebné nedokončené výrobky vtahovány na jednotlivá pracoviště podle jejich skutečné potřeby, nevznikají zásoby nedokončené výroby, vyrábí se jen to, a tolik, kolik je potřeba.[5]

V systému lze ve výrobě rozdělit pracoviště na prodavače a kupující, kdy každý prodavač je zároveň kupujícím. Jsou zde přesně určené okruhy pracovišť, která si

navzájem dodávají a odebírají materiál a rozpracované výrobky. Kupující pošle prodávající objednávku (kartička objednávka), prodáváč je v požadovaném termínu a množství dodá s dodacím listem (kartička dodací list). Nikdo z nich nemá dovoleno si dělat zásoby (nemají proto ani podmínky). Protože pokud si musí dodávat přesné množství přesně na čas, musí produkovat beze zmetků a navzájem se i kontrolují. Aplikace toho systému vyžaduje rovnoměrný a jednosměrný materiálový tok a také synchronizaci jednotlivých operací. Proto už při návrhu systému se musí dosáhnout vyvážení výrobních kapacit (tvorba skupin příbuzných výrobků, zajištění pravidelného odběru a tím i výroby, použitím principů skupinové technologie). Tento systém je nejvhodnější implementovat pro opakovanou výrobu stejných součástek.[5][6]



Obrázek 4 - Znázornění metody Kanban [5]

1.3 Kaizen

Metoda Kaizen původně vznikla v USA, ale její skutečná síla byla objevena až v šedesátých letech 20.století, v poválečném Japonsku. V doslovném překladu tato metoda znamená. KAI – změna, ZEN – dobré.[7]



Obrázek 5 – Kaizen [7]

Kaizen je systém neustálého zlepšování procesů pomocí malých změn. V zemi zdevastované válkou neměli japonští manažeři dostatek prostředků pro rozsáhlé inovace, proto byly malé krůčky jedinou možnou cestou ke zlepšování. Tato metoda se pak stala jako velmi efektivní k udržování konkurenceschopnosti úrovně podniku a stala se i běžným doplňkem inovací. Metoda předpokládá zapojení do procesu co nejvíce zaměstnanců, a to ve všech úrovních řízení a všech oddělení. Hlavně u pracovníků na nejnižších úrovních, protože to oni jsou nejbližší k místu, kde se tvoří hodnota, kdy jejich návrhy na zlepšování jsou mnohdy praktičtější i kreativnější než návrhy, které jsou navrhovány od „stolu“. Takové zapojení navíc zpravidla u zaměstnanců posilují pocit sounáležitosti s firmou.[8]

Každý zjištěný problém (nedostatek) je:

- co nejdetailněji popsán
- jsou analyzovány jeho příčiny
- jsou naplánována jeho opatření k odstranění
- tato opatření jsou realizována a vyhodnocena [7]

Pro uplatnění těchto principů je třeba vytvořit příznivé podmínky a splnit předpoklady:

- decentralizovat pravomoci
- pracovat v týmech
- stanovit cíle a informace [7]

Hlavní cíle Kaizen:

- úspora nákladů, času, materiálu a zaměstnanců při současném stavu
- zvyšování kvality, spolehlivosti procesů a produktivní práce
- vysoká motivace všech zaměstnanců[7]

Mezi hlavní strategie a techniky využívané v rámci metody Kaizen jsou:

- péče o zákazníka
- mechanizace, automatizace
- pracovní disciplína
- navrhování zlepšení
- úzce spjaté jsou i metody Kanban a JIT
- zlepšování kvality, nulové chyby
- kooperativní vztahy mezi managementem a pracovníky[7]

Kaizen není inovace! Základní rozdíl při porovnávání Kaizen a inovací je v procesu změn. Kaizen je proces neustálého zlepšování v malých krocích. Inovace znamená změnu realizovanou inovačním skokem.[7]

1.4 Just in time (JIT)

Tato metoda vznikla v USA a podstatnou filosofií je vyrábět jen to, co je nezbytně nutné (eliminovat co nejvíce zásoby) a s tak nízkými náklady jak je to možné, v co nejkratších průběžných časech, rytmicky, bezporuchově.[7]

Základem této metody je požadavek, aby předcházející buňka výrobního procesu pracovala v takovém rytmu, aby na ni bezporuchově mohla navázat následující buňka, tedy bez prostojů, bez meziskladů. Je nazývána jako technologie typu push –

objednávky se řídí plánem a ne bezprostředními požadavky zákazníků. JIT se osvědčuje zejména tam, kde se opakovaně vykonávají stejné operace (např. automobilový průmysl). Metoda JIT je v podstatě eliminace ztrát v průběhu celého výrobního procesu od nákupu materiálu až po distribuci hotových výrobků.[7]

Podmínky pro uplatnění JIT jsou:

- stoprocentní kvalita výrobků, polotovarů, objednaného materiálu
- bezporuchový chod výrobního zařízení
- snižování velikosti výrobních dávek
- zavedení týmové práce[7]

1.5 Metoda 5S

Tato metoda pochází z Japonska z firmy Toyota Production System. Jejím přínosem je zpřehlednění a zjednodušení pracoviště. Nebyla to jen společnost Toyota, ale je to vyústěním snahy celého Japonska o obnovení hospodářství po 2.světové válce. Původně byla zaměřena na výrobní linky, ale je použitelná kdekoliv. Z Japonska se tato metoda postupně dostala do USA i Evropy.[9]

Metoda 5S je pojmenována podle 5-ti japonských slov začínající na písmeno S. Vychází ze základního principu úsilí minimalizace (přesunu nástrojů, pohybů pracovníka, atd.) při pracovních činnostech na pracovišti. Cílem 5S je snížit chyby a ztráty díky:

- špatnému nástroji
- hledání správného materiálu
- zbytečnému přendávání materiálu z ruky do ruky
- kompletaci rozházených podkladů
- nalezení přesně toho co požadujeme
- apod.[9]

Minimalizujeme tedy pracovní čas, chyby a náklady na pracovní proces. [9]



Obrázek 6 - 5S metody

1. **Seiri** (Roztřídit) – Nejprve se kontroluje pracovní proces podle kterého se má pracovat. Na pracoviště se připraví jen ty věci, které potřebujeme pro danou práci (např. materiál, pomůcky, návodky). A vše ostatní se uklidí.
2. **Seiton** (Srovnat) – uspořádat všechny nezbytné věci tak, aby k nim byl dobrý přístup. Rozloží se ve sledu operací tak, aby byly hned po ruce k okamžitému použití.
3. **Seiso** (Vyčistit) – všechny nástroje i materiál mají svoje místo, na které se mají vracet po jejich použití. Proto je nezbytné, aby pracovní místo bylo čisté, uklizené. I odpad má své místo.
4. **Seiketsu** (Systematizovat) – každý zaměstnanec by měl znát předchozí metody nazpaměť, tím pádem zná svou roli v pracovním postupu a ví, co a jak má přesně používat. Tím pádem čištění a kontrola musí být rutinní záležitostí.
5. **Shitsuke** (Standardizovat) – používají se kontroly, náhodné návštěvy managementu. Jde o to, abychom měli rychle připravené pracoviště podle nových požadavků na proces nebo produkt. Takže se standardizují předchozí kroky tak, aby je bylo možno nadále zlepšovat.[1][9]

1.6 Poka – yoke

Celý koncept byl zaveden panem Shigeo Shingo z Japonska jako část systému TPS (Toyota Production System). Tuto metodu lze přeložit jako chybu – vzdorný, ale obvykle se nepřekládá. Poka – yoke se nazývá mechanismus nebo zařízení, které pomáhá dělníkovi ve výrobním procesu zabránit chybám. Smysl této metody spočívá v eliminaci defektních výrobků pomocí prevence, nápravy a upozornění na lidské chyby, které tyto defekty způsobují.[10]

Zařízení mechanicky nebo elektronicky zabraňuje záměnu součástek, záměnu pořadí jednotlivých operací montáže ve výrobním procesu nebo také chybovou montáž jakéhokoliv prvku, tím pádem mechanik nemůže pokračovat v montáži výrobku dál, dokud něco chybí nebo není správně namontováno.[10]

1.7 Mapování hodnotového toku (VSM)

Mapování hodnotového toku (VSM) tvoří všechny procesy, které jsou na cestě od materiálu až k hotovému výrobku. Je to základní nástroj pro analýzu plýtvání v procesech ve výrobě, logistice, vývoji nebo administrativě. Vyobrazení toku hodnot umožňuje i plánování změn a modelování budoucího stavu. Je to tedy nástroj pro analýzu procesů, jejich zlepšování a komunikaci.[1]

Zobrazení toku hodnot současného stavu provádíme diagramem a vytváří se přímo ve výrobním procesu a zachycuje tok materiálu, informací, způsob řízení výroby, parametry procesů a časy, kdy se přidává a nepřidává hodnota. Poměrem těchto časů zjistíme, kde je největší míra plýtvání a potenciálně můžeme jen tímto zmapováním určit zdokonalení v celém hodnotovém toku. Dokonce můžeme říct, jak dlouho je materiál uskládán v zásobě, jak dlouhá je cesta průběžné doby výroby, kde a proč se hromadí materiál, stav zásob, rozpracovanost a jiné. Po zmapování hodnotového toku a navrhnutí nového řešení se zobrazí VSD – Value stream design.[1]

Kde se využívá:

- při výrobě s dostatečnou opakovatelností
- provádí se tím mapování procesů ve výrobě, průběhu operace, procesů mezi podniky – logistika[1]

Kdy se využívá:

- u nových výrobků, kde se zavádí jeho výroba
- u výrobku, u kterého se plánují změny
- při návrhu nových procesů
- při novém způsobu rozvrhování výroby[1]

Jak se využívá:

- materiálový a informační tok se zobrazují v jedné mapě
- parametry procesů se měří přímo v procesu
- používají se stopky a papír
- materiálový tok je kreslený zleva doprava v jedné linii
- informační tok se kreslí zprava doleva[1]

PRAKTICKÁ ČÁST

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

2.1 Základní údaje o společnosti

Název společnosti: Tatra, a.s.

Sídlo: Kopřivnice, Areál Tatry 1450/1, PSČ 742 21

Právní forma: Akciová společnost

Založení firmy: 1.4.1992

Předmět podnikání:

- a) Nosný program výroby těžkých vozidel
- b) Kovoobrábění
- c) Galvanizérství
- d) Slévárenství
- e) Nástrojářství
- f) Kovářství
- g) Zámečnictví
- h) Opravy vozidel.[11]

Společnost Tatra, a.s. se řadí mezi nejstarší automobilky na světě. Po celou dobu existence sídlí ve městě Kopřivnice, ležící v Moravskoslezském kraji České republiky. Tatra, a.s. má dvě dceřiné společnosti Taforge a.s. a Tafonco a.s. Hlavním a tedy i klíčovým programem je výroba těžkých nákladních off-road vozidel a automobilů pro kombinovanou přepravu silnice-terén.[12]

Nákladní vozidla jsou založena na tatrovácké koncepci automobilu (nosná roura), kterou se doposud nepodařilo nikomu napodobit. Těžká nákladní vozidla jsou pověstná svými vlastnostmi jako je průchodnost nejtěžšími terény v extrémních klimatických podmínkách. Dokonce se vozidlo Tatra dokáže přizpůsobit velkým mrazům v Rusku i vysokým pouštním teplotám.[12]

Mezi významnými odbytovými teritorii společnosti patří Rusko, Izrael, Indie, země Arabského poloostrova, Austrálie, USA a Evropa.[12]

2.2 Historie výroby



Obrázek 7 - Historie výroby povozů a drožek [10]

Základy druhé nejstarší automobilky na světě byly položeny v roce 1850 podnikavým živnostníkem vyrábějící povozy a drožky Ignácem Šustalou (Ignatz Schustala). Tehdy se obec Kopřivnice nazývala Nesselsdorf.[12]

Bylo to ještě za Rakouska-Uherska a France Josefa, kdy v roce 1891 kapitalizovali bankéři bratři Guttmanové společnost Ignatz Schustala & Comp (založena 1858) a učinili z ní Nesselsdorfer Wagenbau Fabriks Gesellschaft.[12]

Této realizace firmy se Ignác Šustala nedožil a jeho post zaujal Hugo Fischer von Röslerstamm, který dlouhá léta pracoval ve firmě jako poradce. Pod jeho vedením kvetla ve firmě výroba železničních vagónů.[12]

Ani synové pana Šustaly se rozvíjením nových výrobků ve společnosti nezúčastnili, prodali své podíly akciové společnosti a v letech 1895 – 1896 i svůj podnik – později zvaný Vagónka Studénka.[12]

Právě Hugo Fischer von Röslerstamm se zasloužil o uskutečnění stavby prvního automobilu se spalovacím motorem v Rakousku-Uhersku a střední Evropě. Motory chtěl objednávat od jiného výrobce a ostatní prvky výroby a montáž by připadla Kopřivnici. V té době přichází liberecký továrník baron Theodor von Liebieg, který

díky přátelství s Karlem Benzem dokázal dodat do Kopřivnice jeden z prvních dvouválcových motorů vyrobených v roce 1897 a zavázat se k pravidelným dodávkám dalších motorů pro první série kopřivnických automobilů.[12]

2.3 Tatrovácká koncepce automobilů

Jen několik málo let po zrodu automobilu byl v Kopřivnici roku 1897 vyroben první vůz – Präsident. Pouze jeden rok dělí od sebe první nákladní vozidlo na světě a první nákladní automobil z Kopřivnice (1898).[12]



Obrázek 8 - První vůz – Präsident [10]

Sériová výroba nákladních vozidel se naplno rozběhla v polovině druhého desetiletí dvacátého století. Značka TATRA se na poprvé na vozidlech objevila ještě před rokem 1920. Z nového uspořádání střední Evropy, ze vzniku samostatného Československa a po konsolidaci vedení společnosti přišel na scénu konstruktér Hans Ledwinka s tím, čemu dnes říkáme tatrovácká koncepce automobilu a přinesla tak celému světu překvapení.[12]

V roce 1923 byl představen podvozek tvořený centrální nosnou rourou, na předním konci byl umístěn vzduchem přímo chlazený motor, převodovka s nezávisle uloženými výkyvnými poloosami. Tato geniální konstrukce byla řešením výroby pro následující léta, která se postupně prosadila v lehkém provedení u speciálních vozidel a poté i pro nejtěžší výrobky do terénu.[12]

Po roce 1918 byl název z Nesselsdorfer Wagenbau změněn na Kopřivnická vozovka, a.s. V roce 1919 se poprvé na vozidlech objevil nápis TATRA. Shodou okolností šlo o první sériově vyráběné nákladní automobily.[12]

Po roce 1945 vznikl národní podnik TATRA a projektanti dokonale rozpracovali válečnou konstrukci prvního těžkého nákladního automobilu se vzduchem chlazeným vznětovým motorem a vlastní originální konstrukcí Tatra 111, která vydržela ve výrobě účtyhodných 16 let do roku 1962.[12]

V roce 1959 přišla na silnice Tatra 138, která vedla k vývoji T 148. V té době byla společnost vysoce konkurenceschopnou automobilkou. Exportovala do 53 zemí pěti kontinentů. Na konci 60.let dvacátého století přišla Tatra s další nevídanou konstrukcí – trambusovou T 813 8x8 – první čtyřnápravová tatra, opět se vzduchem chlazeným motorem.[12]

Přelomem v produkci se stal rok 1989, kdy začal zákaznický projekt LIWA (výroba automobilů pro armádu Spojených arabských emirátů). Na základě požadavků musel být do vozidla T 816 8x8 montován kapalinou chlazený motor Deutz a automatická převodovka.[12]

Zkušenosti se zástavbou kapalinou chlazených motorů pro armádu, chtěla tatra vybavit i vozidla pro civilní verze. Vznikla tak civilní řada T 163 (Jamal – 1997).[12]

2.4 Úspěchy vlastního vývoje

Nejvýraznější úspěch zaznamenala tatra při vývoji vlastních vzduchem přímo chlazených motorů:

- Jako první a jediná na světě homologovala vznětový motor V8 s přeplňováním, mezichladičem stlačeného vzduchu a mechanickým vstřikovacím čerpadlem s emisní specifikací Euro 3.
- Dále pak v roce 2006 po vybavení motoru systémem technologie SCR (úprava výfukových plynů vstřikováním roztoku AdBlue – 32,5% roztok močoviny ve vodě) též v emisní specifikaci Euro 4 a v roce 2008 také Euro 5.[12]

2.5 Civilní a speciální sektor

V roce 2002 koupila společnost vlastnictví, práva a technickou dokumentaci k výrobě středně těžkého vojenského vozidla Ross R 210 schváleného pro provoz v Armádě České republiky. Vedle vzduchem chlazených motorů se nadále objevují i kapalinou chlazené motory Cummins či Caterpillar.[12]



Obrázek 9 - Nejnovější model Tatra Phoenix



Obrázek 10 - Současný pohled na areál společnosti [10]

2.6 Výrobní program

Do současného výrobního programu patří civilní modelová řada TATRA TERRN 1 Facelit (2010) v provedení podvozku 4x4, 6x6, 8x8 využívající všechny konstrukční prvky včetně poloautomatického řazení převodových stupňů Tatra – Norgren. A nově také nová modelová řada Tatra Phoenix.[12]

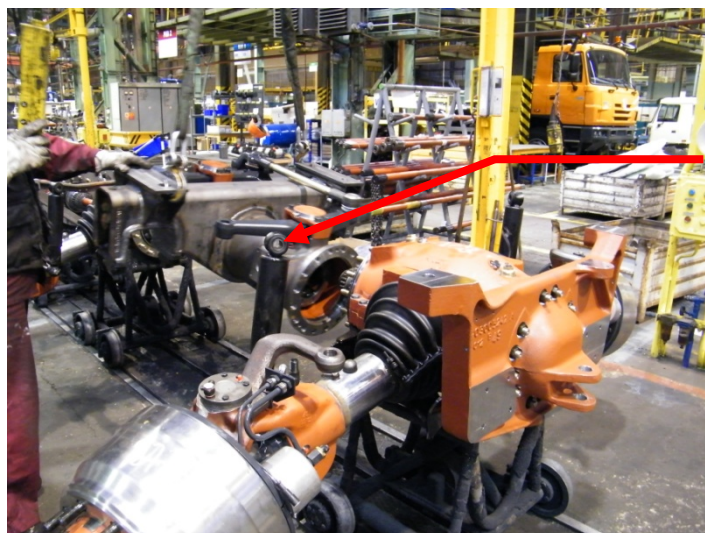
Z minulých let automobilka Tatra vyprodukovala za rok automobilů v rozmezí 1000 až 1500. Pro rok 2012 je naplánována výroba 1562 vozů, v následujících provedeních. 4x4, 6x6, 8x8 využívajících všechny moderní konstrukční prvky. Kapotové provedení představuje modelová řada JAMAL Dále pak jsou to vojenské speciály až v provedení 12x12. Pro to, aby mohlo vyjet ze závodu za rok 1562 vozů, musí se navýšit současná výroba ze 4 vozů za den na 8 vozů za den.[12][13]

2.7 Popis montážní linky

Montážní linka má celkem 14 pracovišť. Na jednotlivých obrázcích budou znázorněny a popsány montážní operace.

1. Montážní pracoviště (montáž příčnicku)

1.montážní operace spojuje dvě nápravy pomocí příčnicku. Nejprve se ustaví nápravy na vozíky. Příčnick se pak uchopí pomocí jeřábu, řádně se ustaví tak, aby hřídele do sebe zapadly. Následně se šrouby utáhnou pomocí utahovačky.

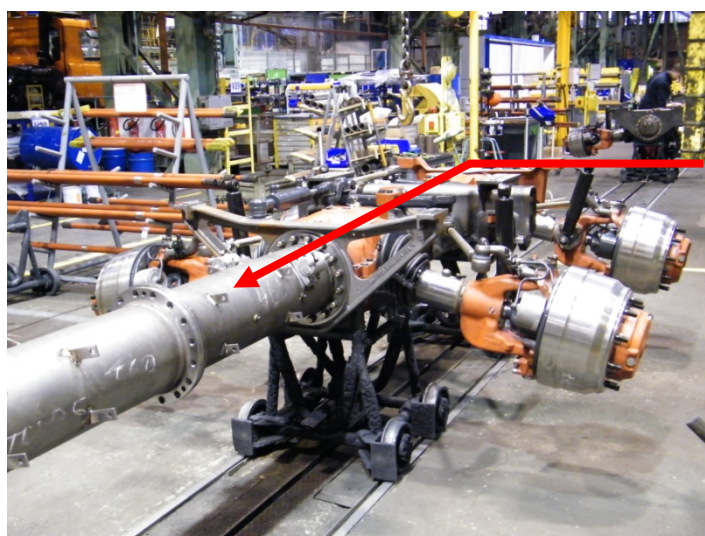


Montáž
příčníku

Obrázek 11 - Montáž příčníku

2. Montážní pracoviště (montáž spojovací roury)

Na druhém montážním pracovišti se spojují nápravy pomocí spojovací roury. Spojovací roura je připravována na přípravném pracovišti vedle hlavní podvozkové linky. Roura obsahuje veškeré „know - how“ tatrováckého podvozku. Spojovací roura se uchytí za konzolový jeřáb, ustaví se k nápravě a utáhne utahovačkou



Montáž
spojovací
roury

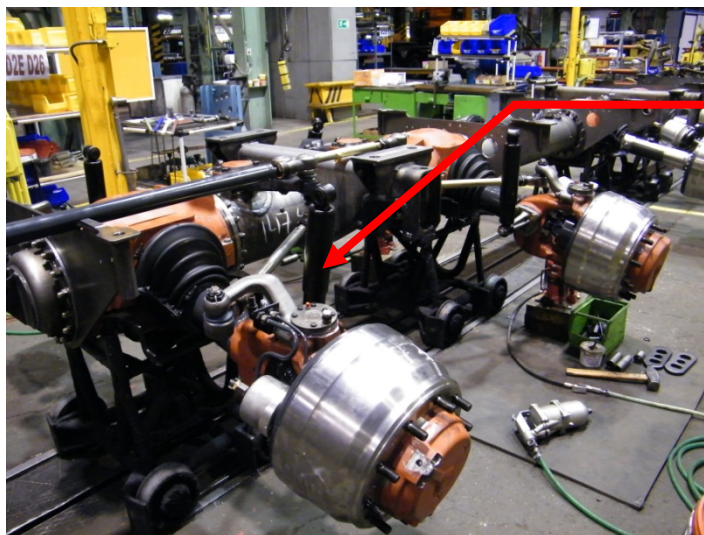
Obrázek 12 - Montáž spojovací roury

3. Montážní pracoviště (utahování podvozku)

Na třetím pracovišti se dotahují šrouby momentovým klíčem z předešlých 2 montážních pracovišť, které byly utáhnuty pouze utahovačkou.

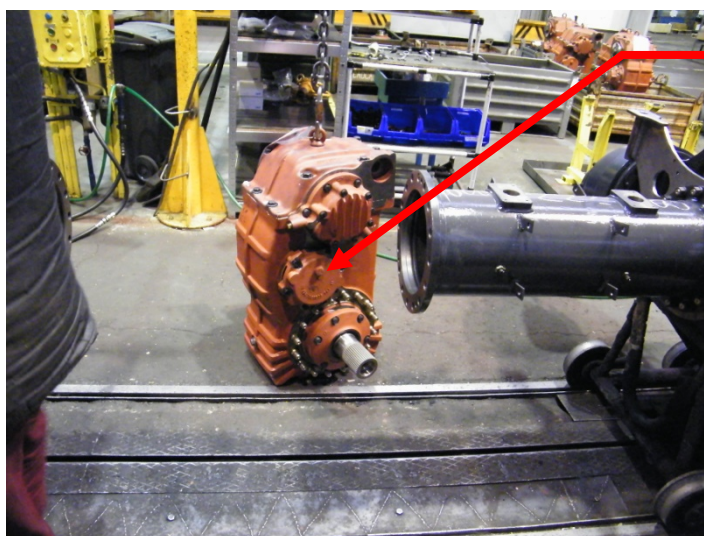
4. Montážní pracoviště (montáž řízení a přidavného převodu)

Zde se montují táhla řízení a přidavný převod, jelikož se jedná o jednodušší operaci bez přípravného pracoviště, protože materiál je předem připravený a navezený ze skladu. Táhla řízení se montují k první nápravě. Jelikož se jedná o typ 6x6, tak ovladatelná je pouze první náprava. Táhla se pak následně dotáhnou momentový klíčem.



Obrázek 13 - Montáž řízení

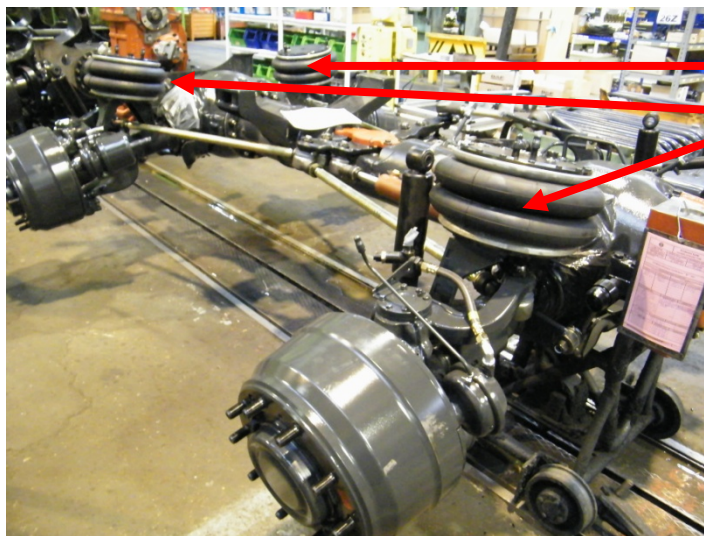
Montáž přidavného převodu se provádí stejně jako táhla řízení na 4. Montážním pracovišti. Převod se uchytí za otočný jeřáb, ustaví se mezi spojovací roury a následně utáhne utahovačkou a momentovým klíčem.



Obrázek 14 - Montáž přidavného převodu

5. Montážní pracoviště (montáž vlnovců)

Vlnovec se připravuje stejně jakou spojovací roura na přípravném pracovišti vedle hlavní podvozkové linky. Ukrývá v sobě stlačenou pružinu. Vlnovec umožňuje to, že kola automobilu jsou pořád kolmo k vozovce, ať už je automobil plně naložen nebo prázdný. Vlnovec se z přípravného pracoviště uchytí jeřábem, dopraví se na k nápravě, rádně se ustaví a utáhne. Šroubky se utáhnou pomocí utahovačky a momentovým klíčem. Na každé nápravě jsou 2 vlnovce.

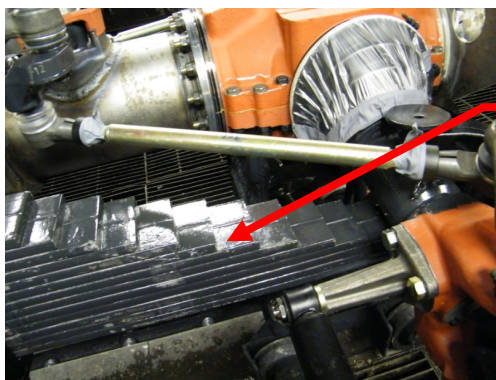


Montáž
vlnovců

Obrázek 15 - Montáž vlnovců

6. Montážní pracoviště (montáž listových per)

Listové pera se připravují na posledním přípravném pracovišti a vstupují do hlavní podvozkové linky na 6. pracoviště. Stejně jako ostatní prvky z přípravných pracovišť mají více jak 35kg, musí se listové pera dopravit k podvozku pomocí otočného jeřábu. Ustaví se na dané dosedací plochy a šrouby se dotáhnou momentových klíčem.

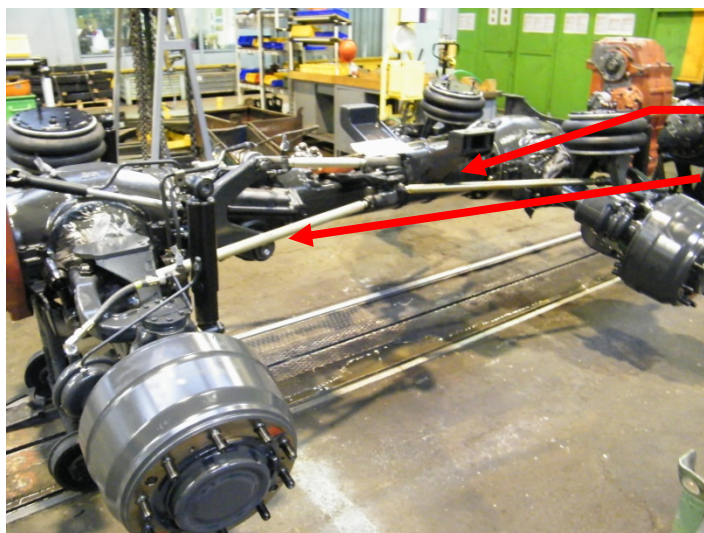


Montáž
listových
per

Obrázek 16 - Montáž listových per

7. Montážní pracoviště (montáž stabilizátorů)

Tyče stabilizátoru se přichytí k nápravám, ustaví se, nasadí se šrouby a dotáhnou se pomocí momentového klíče.

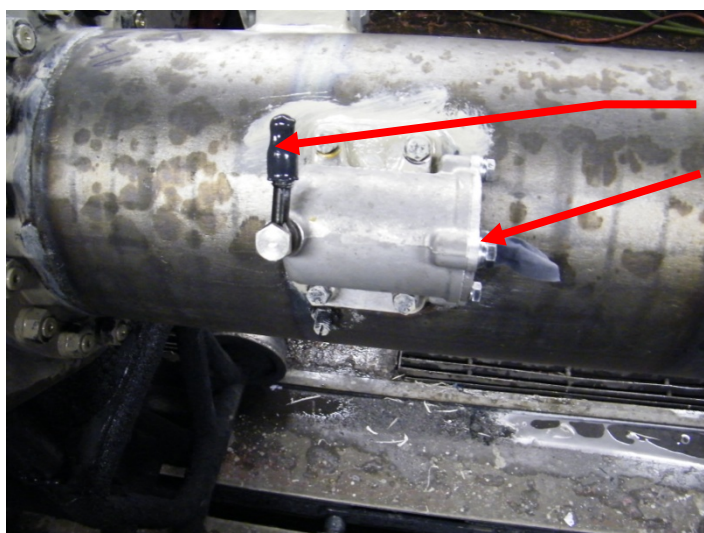


Montáž
stabilizátorů

Obrázek 17 - Montáž stabilizátorů

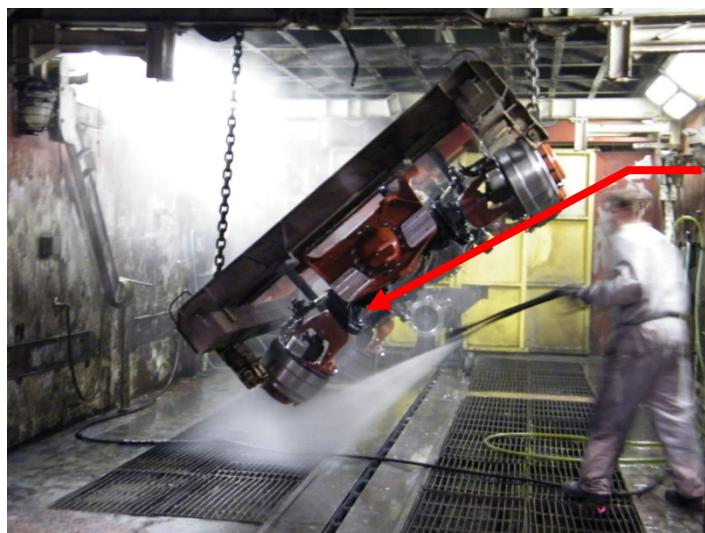
8. Montážní pracoviště (mytí a maskování)

Na 8. pracovišti se provádí mytí a maskování podvozku. Maskování je zakrytí věcí, které nesmí přijít do styku s barvou, nesmí se do nich dostat voda, proto se zadělávají různými přípravkami, krytkami. Po zamaskování se podvozek umyje po tlakem vody v různých úhlech, z různých stran.



Maskování
podvozku

Obrázek 18 - Maskování podvozku



Mytí
podvozku

Obrázek 19 - Mytí podvozku

9. Montážní pracoviště (lakování)

Po zamaskování a umytí se podvozek dostává do lakovacího boxu. Podvozek lakují celkem 2 lakýrníci. Z důvodu zastaralého odvětrávání nemohl box pojmout více jak 2 osoby. Zde se při prvním seznámením s linkou zdálo, že bude úzké místo z důvodu špatného odvětrávání.

10. Montážní pracoviště (vysušování barvy)

Jedná se o vysušovací pec, kde probíhá vysušování barvy. Zde je pojezd linky technologicky daný. Po vysušení barvy následuje pec č.2

11. Montážní pracoviště (vypalování barvy)

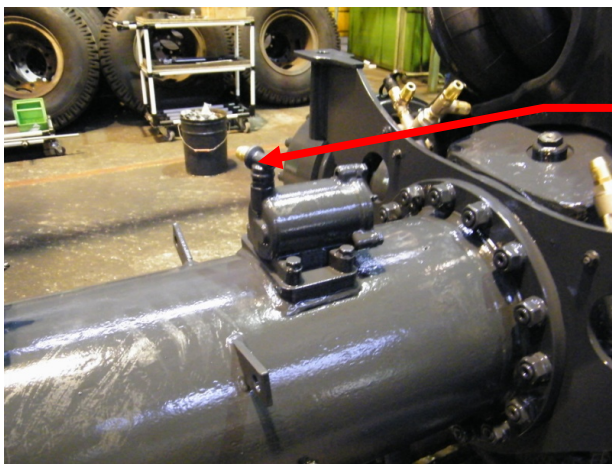
Zde se provádí vypalování barvy. Opět je proces technologicky daný a je závislý na předešlé operaci. To je na peci č.1



Obrázek 20 - Pec pro vypalování barvy

12. Montážní pracoviště (demaskování)

Demaskování spočívá v tom, že všechny komponenty, které byly zamaskovány se po vyjetí z pece odstraní. Tyto přípravky, krytky se vloží do připraveného vozíčku a po celkovém demaskování se odvezou na pracoviště č. 8 (mytí a maskování)

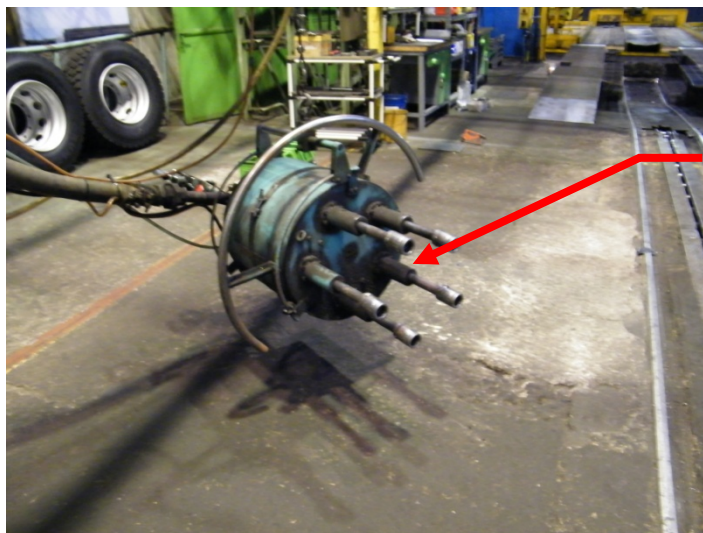


Demaskování

Obrázek 21 - Demaskování podvozku

13. Montážní pracoviště (montáž kol)

Nyní se namontují kola pomocí utahovací hlavy, která má 5 vřeten. Při celkovém počtu 10 šroubů na kole, je kolo utáhlé během pár sekund.



Utahovací
hlava

Obrázek 22 - Utahovací hlava

14. Montážní pracoviště (plnění olejů)

Poslední pracoviště podvozkové linky. Plnění olejů je řízené počítačem, do kterého se zadá množství náplně do rozvodovky, přiloží se hadice a dojde k naplnění oleje. Následně se nasadí zátky. Mapa rozmístění pracovišť na montáži podvozků je obsaženo v příloze A

3 POSOUZENÍ SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Analýza ztrát

Analýza ztrát vychází z náměrů každého pracoviště. Náměry je možné dělat přímo na pracovišti za použití stopek nebo se nejprve pracoviště natočí na kameru, následně se pomocí počítače celé video pustí a rozdělí se jednotlivé úkony na produktivní čas nebo ztrátu, zapíše se doba této činnosti a vytvoří graf.

Produktivní čas (zisk)

Čas, který přidává hodnotu výrobku, se někdy nazývá jako přidaná hodnota. Pro bližší specifikaci jsou to úkony, které se přímo vykonávají na součásti. Pro bližší specifikaci jsou to na montážní lince podvozků tyto úkony např. utahování šroubů, zakrytí vzduchových ventilů, apod.

Ztrátový čas (ztráta)

Je takový čas, který se musí vykonat, aby byl výrobek hotov, ale nepřidává hodnotu výrobku. A právě tyhle časy se snaží štihlá výroba eliminovat. Jedná se o časy, které nám prodlužují průběžnou dobu výroby např. zbytečné pohyby, materiál není připraven u pracoviště, zbytečné prostoje a pod.

V následující tabulce bude blíže specifikován produktivní a ztrátový čas

Tabulka 1 - Produktivní a ztrátový čas

Pracoviště	Popis úkonu	Zisk	Ztráta	Čas [s]
Maskování podvozku	odnést nádobu s krytkami zpět do regálu cca 4 m		Ztráta	7
Maskování podvozku	přechod k přední části podvozku		Ztráta	6
Maskování podvozku	zakrýt posilovač řazení	Zisk		70
Maskování podvozku	zakrýt el. zásuvku bezkontakt. spínače Brisk	Zisk		17

Zdroj: Vlastní zpracování

Celkové náměry, které byly zpracovány na všech pracovištích při montáži podvozků typu 6x6 Tatra Phoenix jsou vyobrazeny v tabulce 2.

Tabulka 2 - Analýza ztrát

Pracoviště	Produktivní čas [s]	Ztráty [s]	Takt time [s]
Montáž příčnicku - 1	1505	839	6750
Montáž spojovací roury - 1	1865	637,5	6750
Montáž spojovací roury - 2	627	377	6750
Utahování podvozku - 1	450	137	6750
Utahování podvozku - 2	428	73	6750
Montáž řízení - 1	2200	925	6750
Montáž řízení - 2	927	919	6750
Montáž vlnovce - 1	240	203	6750
Montáž vlnovce - 2	248	141	6750
Montáž listových per - 1	381	46	6750
Montáž listových per - 2	208	333	6750
Montáž stabilizátoru - 1	706	242	6750
Montáž stabilizátoru - 2	510	110	6750
Mytí a maskování podvozku - 1	2294	3419	6750
Lakování podvozku - 1	3107	528	6750
Lakování podvozku - 2	2815	199	6750
PEC 1 - vysušování barvy	3308	0	6750
PEC 2 - vypalování barvy	3308	0	6750
Demaskování - 1	617	519	6750
Montáž kol - 1	2422	960	6750
Montáž kol - 2	2814	365	6750
Plnění olejů - 1	261	112	6750
Plnění olejů - 2	139	649	6750

Zdroj: Zpracováno na základě interních podkladů

Číslo za popisem typu montáže značí, že na daném montážním pracovišti pracují jeden nebo dva operátoři s tím, že každý operátor je zanalyzován zvlášť. Pokud za typem montáže není uvedeno žádné číslo, jedná se o automatizovanou část linky.

Po rozdělení všech časů na produktivní čas a ztrátový se vyobrazí graf všech pracovišť a tím se zjistí, zda výroba pracuje v daném taktu při výrobě 4 vozů za den.

Takt linky je vypočítán podle následujících vzorců:

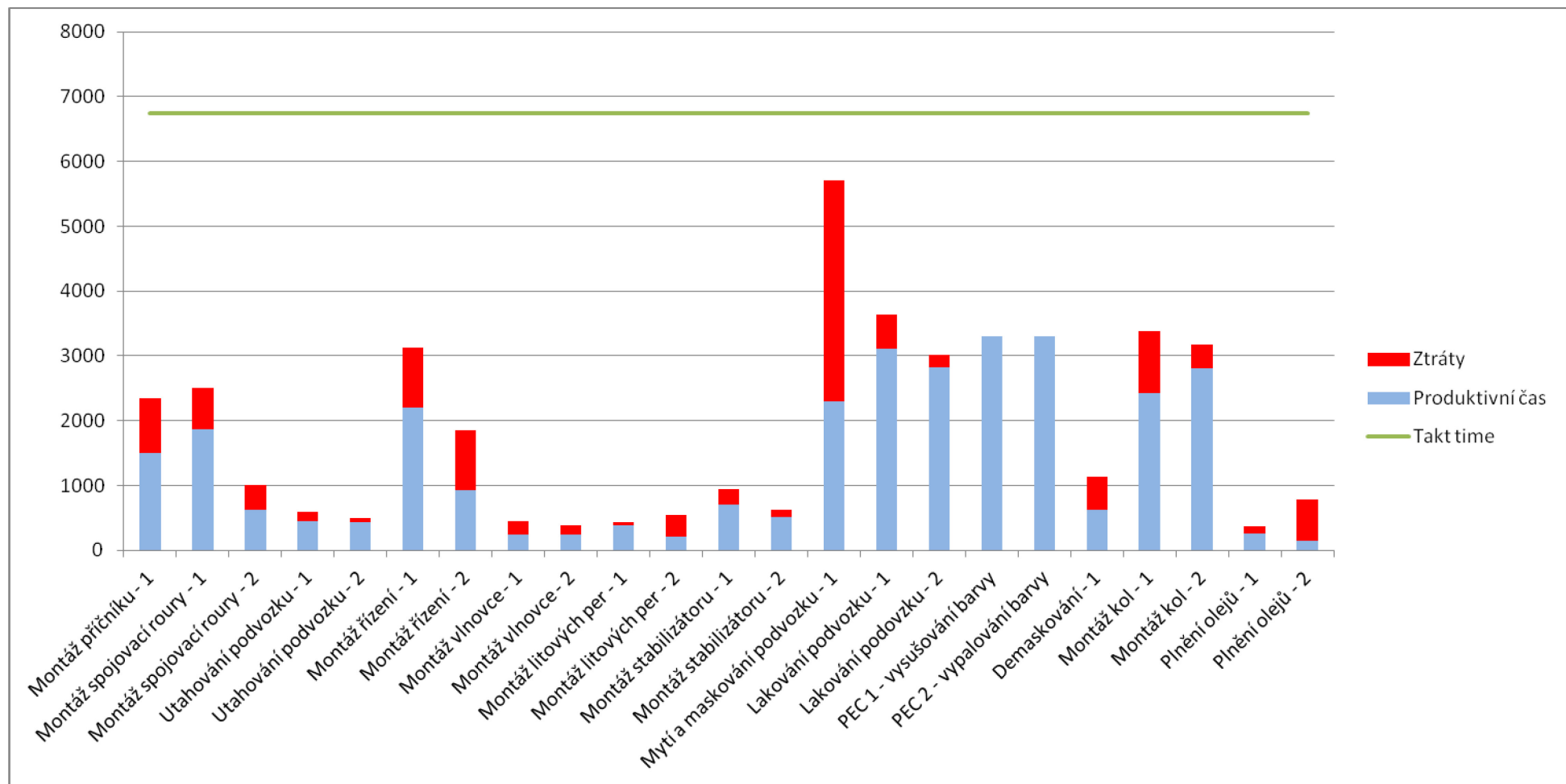
$$\text{Takt time} = \text{počet minut ve směně} / \text{počet vyrobených vozů za směnu} \quad [4.1]$$

$$\text{Počet minut ve směně} = 7,5 \cdot 60 = 450 \text{ (min)} \quad [4.2]$$

$$7,5 \text{ (hod)} = \text{práce jedné směny}$$

$$\text{Takt time} = 450 / 4 = 112,5 \text{ (min)} \quad [4.3]$$

$$\text{Takt time v sekundách} = 112,5 \cdot 60 = 6750 \text{ (sec)} \quad [4.4]$$



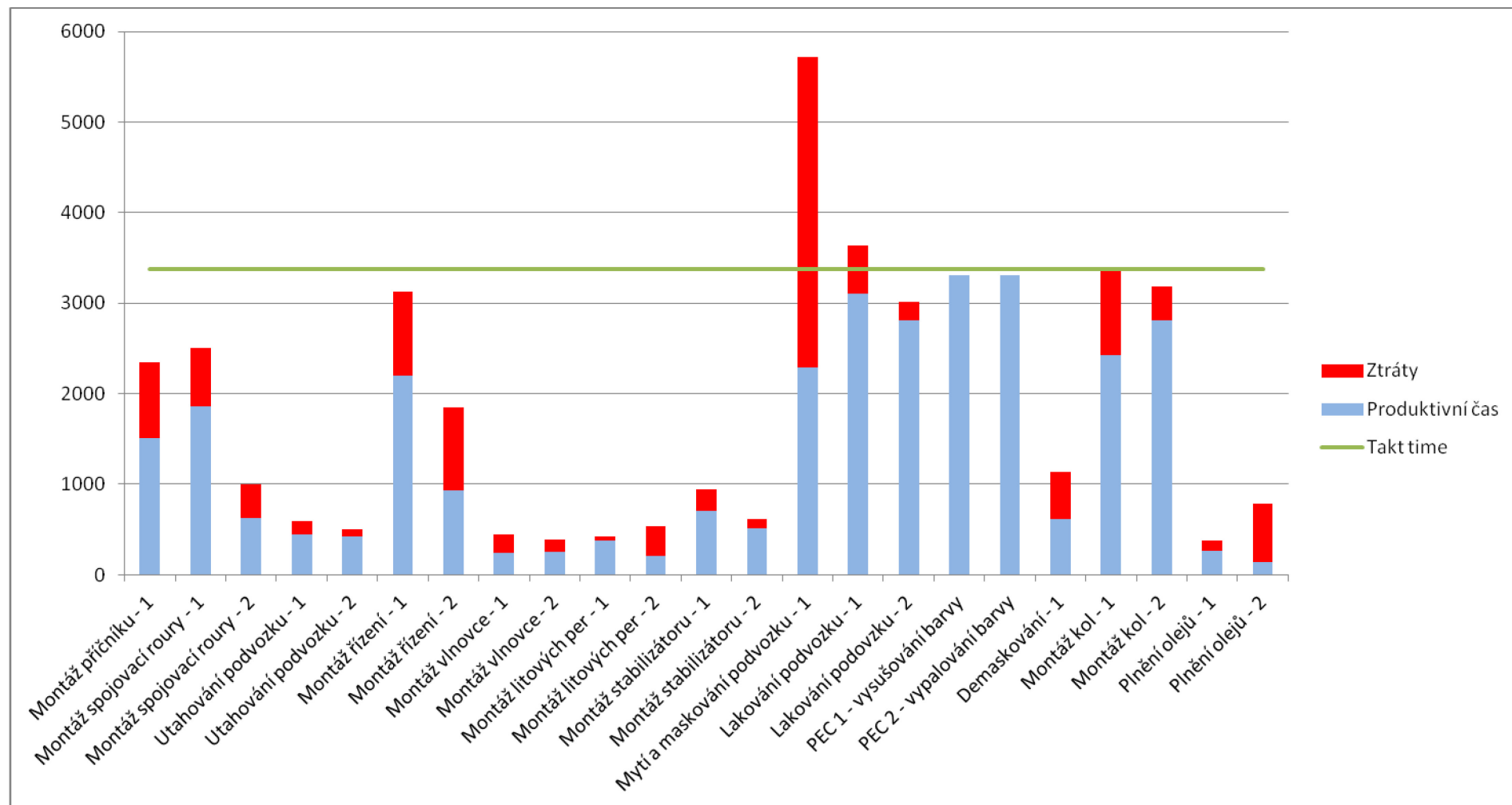
Graf 1 - Vyváženost pracovišť při výrobě 4 vozů za směnu

Z grafu je patrné, že pro výrobu 4 vozů za den se výroba stíhá, jenže pracoviště jsou doslova nevyvážené. Nemají nastavenou stejnou pracnost. Proto je nutné nastavit pracnost tak, aby byla na každém pracovišti stejná, tím pádem by se mohla zefektivnit výroba o minimálně 2 až 4 vozy za den. Než ale dojde k tomuto racionalizačnímu postupu, vytvoří se graf pro výrobu požadovaných 8 vozů za den.

Výpočet Taktu linky pro výrobu 8 vozů:

$$Takt\ time = 450 / 8 = 56,25\ (min)$$

$$Takt\ time\ v\ sekundách = 56,25 \cdot 60 = 3375\ (sec.)$$



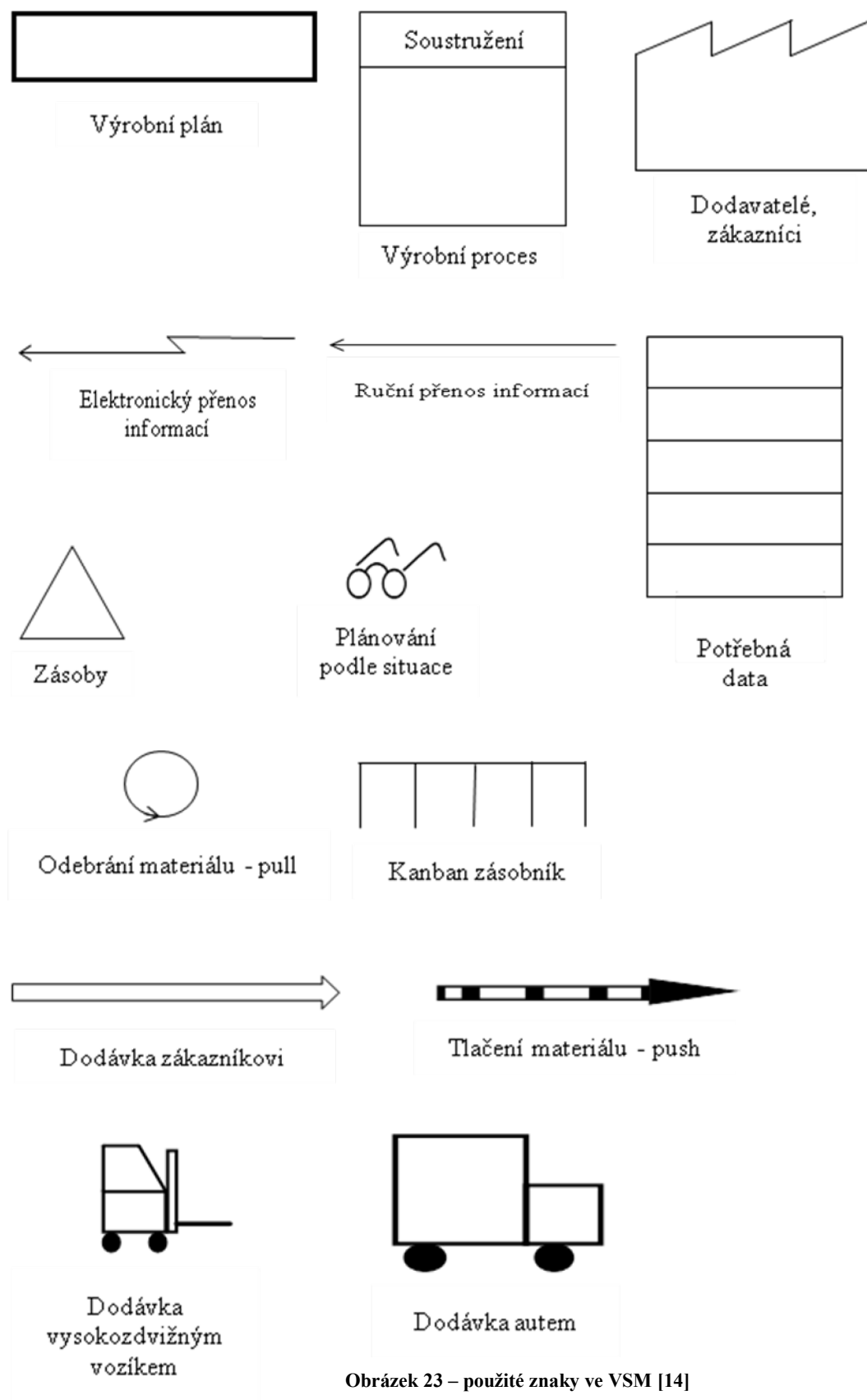
Graf 2 - Vyváženost pracovišť pro výrobu 8 vozů za směnu

Z grafu č.2 je patrné, že pokud se bude chtít vyrábět 8 vozů za den a splnit tak plán pro rok 2012 a to 1562 vozů, budou se muset vyřešit ztráty na pracovišti č.8 – Mytí a maskování podvozků a pracoviště č.9 – Lakování podvozku.

Dále se může ušetřit spojením pracovišť. Tím by se dosáhlo zhruba stejné pracnosti, bylo by méně pracovišť pro výrobu podvozků a tím pádem i méně operátorů. Při další kapitole se vytvoří hodnotový tok (VSM).

3.2 Sestavení mapy hodnotového toku

Pro sestavení mapy hodnotového toku potřebujeme znát symboliku, výpočty a administrativní chod podniku, protože tyto informace nesou hlavní funkce s mapou spojené. Symbolika nám přesně udává jakou metodou jsou před sebou tlačeny výrobky, jakým systémem se budou materiály navážet, jak budou odebírány ze zásobníku a mnoho dalších. Navíc se mapuje celý proces od hrubého polotovaru až ke konečnému výrobku a s ním spojené i požadavky na zákazníka, řízení na kvalitu apod. V neposlední řadě jsou důležité výpočty, jako jsou cyklový čas, procesní čas, atd.

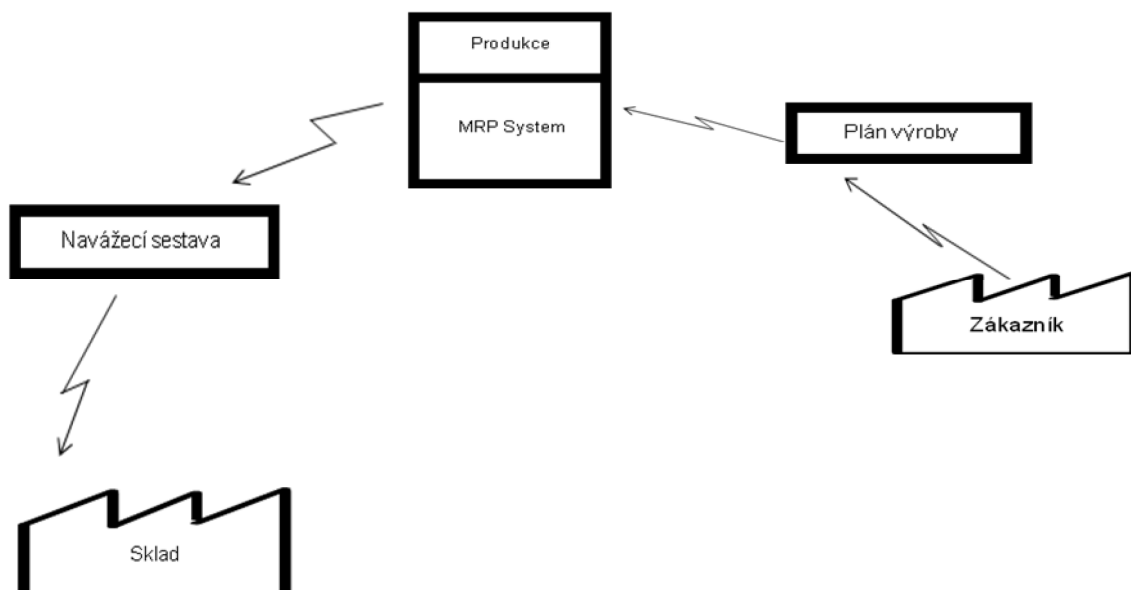


Obrázek 23 – použité znaky ve VSM [14]

Označení pro vytvoření jakéhokoli VSM záleží výhradně na tom, o jakou linku se jedná. Zda je to čistě pro montážní linku nebo o U – linku, kde mapujeme proces výroby polotovaru až k hotovému výrobku. Mapa hodnot musí být za každou cenu být srozumitelná a musí nám říkat přesné informace.

3.3 Sestavení informačního toku

Informační tok se zobrazuje zprava doleva. Prvopočátek informace jde od zákazníka, který si dá požadavek firmě o zkompletování jeho zakázky, která musí obsahovat počet objednaných vozů. Jakmile bude přijata nabídka od zákazníka, putuje objednávka k plánování výroby. Zde se objednávka rozplánuje tak, aby byla včas dodána k zákazníkovi. Musíme zde zohlednit i různé nežádoucí jevy, jako je například to, že dodavatel nedodá materiál, apod. Jakmile bude výroba rozplánována, vytvoří se prodejní objednávka, ve které se vykalkuluje celá objednávka. Od prodejní objednávky putuje informace do produkce výroby – MRP systém, který bere v potaz veškeré zdroje spojené s výrobou, navíc obsahuje moduly pro vlastní plánování a řízení výroby s charakteristickým typem výrobního procesu. Z plánování putují dvě informace. První je pro sklady, pro které se vytvoří navážecí sestava podle plánu uvolněných objednávek do výroby. Navážecí sestava obsahuje informace, kdy přesně a hlavně kolikrát za směnu navést na linku, respektive na jednotlivé pracoviště linky potřebný materiál a komponenty. Druhá informace je pro hlavního operátora linky a obsahuje sestavu koordinaci vozů. Ta značí, jaké vozy se budou zrovna vyrábět. Na následujícím obrázku bude vyobrazena zkrácená část informačního toku VSM. Celé VSM bude na příloze A.



Obrázek 24 – Zkrácený informační tok VSM

3.4 Sestavení materiálového toku

Materiálový tok obsahuje jednotlivé operace na lince, zásoby a jestli je součástí mezi jednotlivými pracovišti tažena nebo tlačena. Dále pak přípravné pracoviště a metodu jakou vstupují do hlavní podvozkové linky. Každá operace má pod sebou tabulku, která uvádí procesní čas, cyklový čas, počet operátorů. Na konci celého procesu je celkový procesní čas, celková doba výroby a lead time. Na nejnižší úrovni VSM jsou data o výrobě, které obsahují informace, na kolik směn se na lince bude vyrábět s přepočtením na minuty, dále pak kolik vozů má za den z linky vyjet, potřebný takt linky a nakonec výpočet celkového počtu operátorů, který určuje ideální stav jen pro hlavní linku bez operátorů z přípravných pracovišť.

- **Lead time** – čas, který uplyne od doby, kdy začneme vyrábět do doby, kdy je výrobek hotov
- **Procesní čas (P/T)** – je celkový čas práce na daném pracovišti
- **Cyklový čas (C/T)** – čas, při kterém se posune součást z jednoho pracoviště na druhé

$$C/T = P/T / \text{počet operátorů na daném pracovišti (s)} \quad [4.5]$$

$$C/T = 3592 / 2 = 1796 \text{ (s)}$$

$$\text{Počet minut ve směně} = 7,5 \cdot 60 = 450 \text{ (min)} \quad [4.6]$$

$$7,5 \text{ (hod)} = \text{práce jedné směny}$$

$$\text{Celková doba výroby} = (\text{Lead time} \cdot \text{celkový P/T}) / \text{celková době ve směně (s)} \quad [4.7]$$

$$\text{Celková doba výroby} = (13500 \cdot 43963) / 27000 = 21981,5 \text{ (s)}$$

$$\text{Celková doba ve směně v sekundách} = 7,5 \cdot 3600 = 27000 \text{ (s)} \quad [4.8]$$

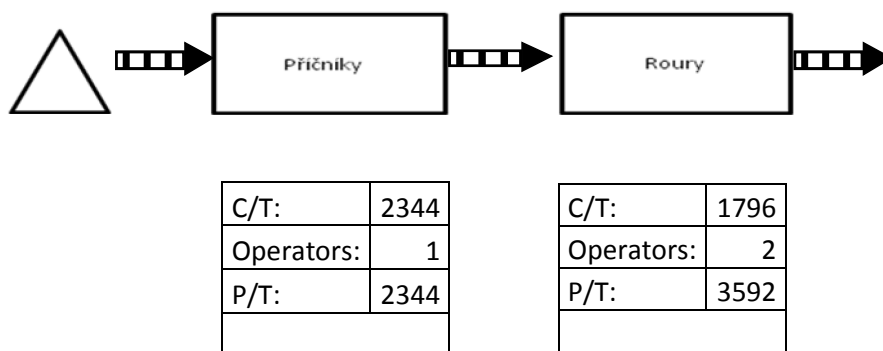
$$\text{Takt time} = \text{Počet minut ve směně} / \text{počet vyrobených vozů za směnu [min]} \quad [4.9]$$

$$\text{Takt time v sekundách} = \text{Takt time} \cdot 60 \text{ (s)} \quad [4.10]$$

$$\text{Takt time v sekundách} = 112,5 \cdot 60 = 6750 \text{ (s)}$$

$$\text{Počet operátorů v lince} = \text{Celkový P/T} / \text{Takt time v sekundách (operátorů)} \quad [4.11]$$

$$\text{Počet operátorů v lince} = 43963 / 6750 = 6,51 \Rightarrow 7 \text{ (operátorů)}$$



Obrázek 25 – Zkrácený materiálový tok

Kompletní zmapování hodnotového toku je obsaženo v příloze B.

3.5 Zmapování přípravných pracovišť

Pro kompletní vypočtení počtu operátorů na lince se kromě zmapování hlavní linky musí provést zmapování přípravných pracovišť, kde se připravují komponenty pro finální montážní linku. Pro modelovou řadu Tatra Phoenix 6x6 jsou 4 přípravné pracoviště.

Tabulka přípravných pracovišť pro výrobu 4 a 8 vozů jsou znázorněny v příloze B a C

Výpočty provedené v přílohách C a D:

$$\text{Počet kusů za směnu} = \text{Celkový počet kusů} \cdot \text{Počet vozů za den (ks)} \quad [4.12]$$

$$\text{Počet kusů za směnu} = 1 \cdot 4 = 4 \text{ (ks)}$$

$$\text{Objem práce za směnu} = \text{Počet kusů za směnu} \cdot \text{Čas výroby (min)} \quad [4.13]$$

$$\text{Objem práce za směnu} = 4 \cdot 45,35 = 181,4 \text{ (min)}$$

$$\text{Počet přípravářů} = \text{Objem práce ze směnu} / \text{Počet minut ve směně (-)} \quad [4.14]$$

$$\text{Počet přípravářů} = 181,4 / 450 = 0,8$$

$$\text{Přípravářů celkem} = \sum \text{Počet přípravářů (-)} \quad [4.15]$$

Z celkových výpočtů použitých ve VSM a ze zmapování přípravných pracovišť vyplývá, že při současné produkci 4 vozů za den pracuje na podvozkové lince 11 operátorů.

4 NÁVRH ŘEŠENÍ

Při návrhu řešení se budu snažit využít všechny metody a možnosti, které jsem se při studiu naučil. Měla by vzrůst produkce vozů ze současných 4 vozů za den na plánovaných 8 vozů za den.

4.1 Spojení pracovišť

Z analýzy, která vyplynula z předešlé kapitoly, spojím pracoviště tak, aby měly zhruba stejnou pracnost, ale aby se vešly do požadovaného taktu pro výroby 8 vozů tj. 3375 s.

Tabulka 3 - Analýza spojených pracovišť

Pracoviště	Produktivní čas [s]	Ztráty [s]	Tak time [s]
Montáž příčnicku - 1	1505	839	3375
Montáž spojovací roury a utahování podvozku- 1	2315	710,5	3375
Montáž spojovací roury a utahování podvozku- 2	1055	450	3375
Montáž řízení - 1	2200	925	3375
Montáž řízení - 2	929	919	3375
Montáž pérování a stabilizátorů	2293	1075	3375
Mytí a maskování podvozku - 1	1147	1709,5	3375
Mytí a maskování podvozku - 2	1147	1709,5	3375
Sušička	3375	0	3375
Lakování podvozku - 1	3107	528	3375
Lakování podvozku - 2	2815	199	3375
PEC 1 - vysušování barvy	3308	0	3375
PEC 2 - vypalování barvy	3308	0	3375
Demaskování, plnění olejů - 1	1017	1280	3375
Montáž kol - 1	2422	960	3375
Montáž kol - 2	2814	365	3375

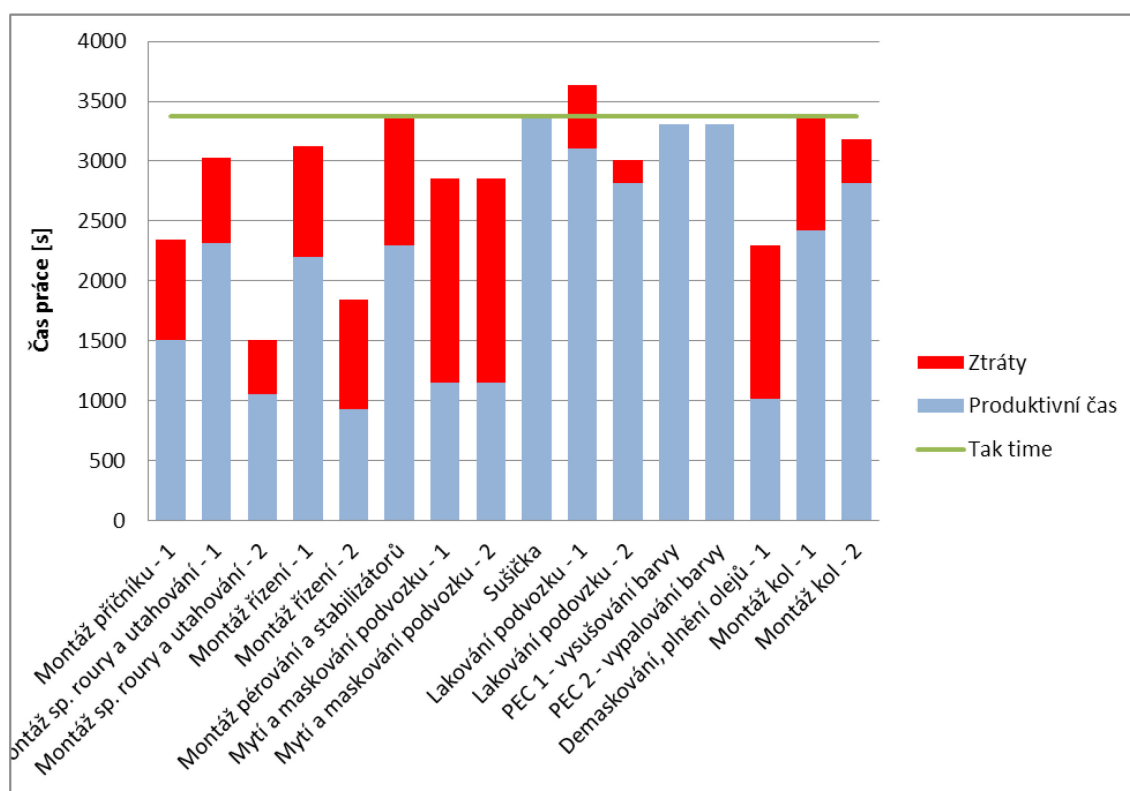
Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce jsem spojil následující pracoviště do jednoho:

- Montáž spojovací roury a utahování podvozků do pracoviště č.2, přičemž na pracovišti budou pracovat celkem 2 operátoři

- Montáž všech pérování (vlnovce, listové pera, torzní tyče) a montáž stabilizátorů do pracoviště č.4, kde bude pracovat 1 operátor
- Po maskování a mytí podvozku jsem umístil sušičku, která bude řízena taktem linky – pracoviště č.6
- Demaskování jsem spojil s plněním olejů – pracoviště č.10, na kterém bude pracovat 1 operátor

Z výsledné tabulky se vytvoří graf, ze kterého se dozvíme, zda se vybalancovala pracoviště tak, aby měla zhruba stejnou pracnost, dále pak jestli žádné pracoviště není nad rámec stanoveného taktu pro výrobu 8 vozů za den.



Graf 3 - Pracnost na spojených pracovištích pro výrobu 8 vozů za den

Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu je patrné, že při spojení pracovišť je nevyhovující jen pracoviště lakování, kde se lakuje celý podvozek. Z důvodu špatného odvětrávání můžou v lakovacím boxu pracovat jen 2 lakýrníci. Proto se navrhuje investovat do odvětrávání, aby zde mohli pracovat 3 lakýrníci.

Investice do zkvalitnění odvětrávání s konzultací technologů vyjde zhruba na 250 000 Kč.

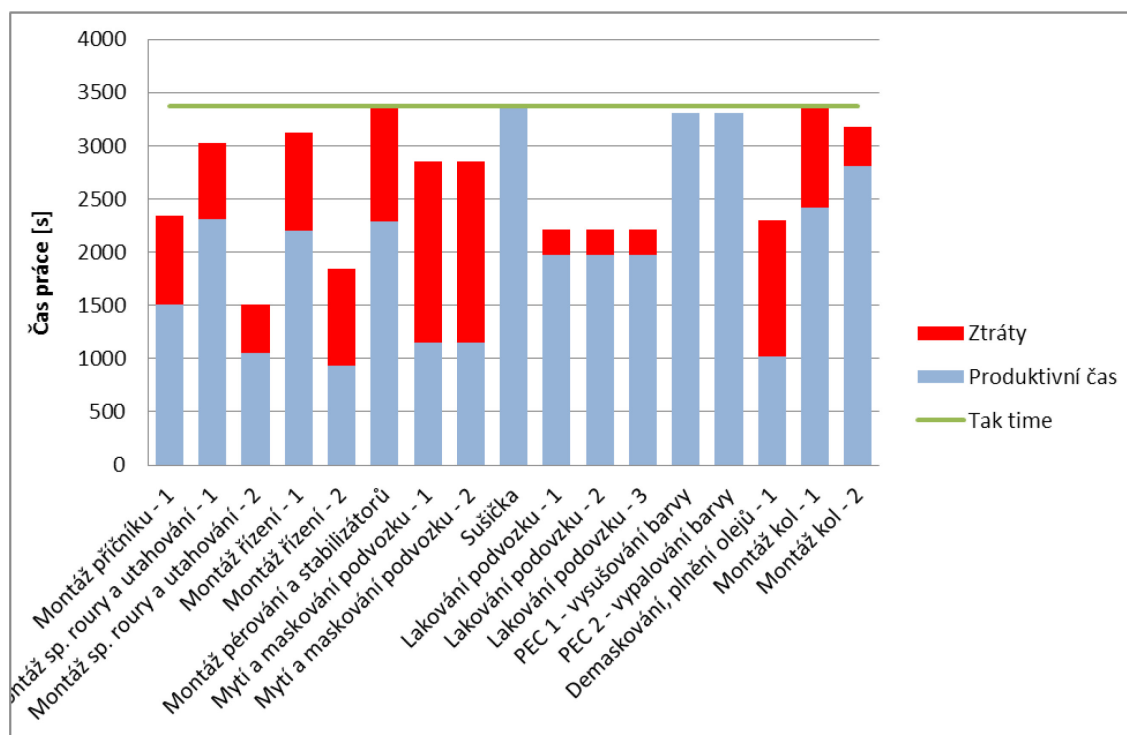
Rozložení pracnosti při 3 lakýrnících, z teoretického hlediska, je vyobrazeno v tabulce 4.

Tabulka 4 - Analýza ztrát lakování podvozku

Pracoviště	Produktivní čas [s]	Ztráty [s]
Lakování podvozku - 1	1974	242
Lakování podvozku - 2	1974	242
Lakování podvozku - 3	1974	242

Zdroj: Vlastní zpracování

A výsledný graf pro výrobu 8 vozů za den by vypadal následovně:



Graf 4 – Výsledný graf pracnosti pro výrobu 8 vozů za den

Zdroj: Vlastní zpracování

Celý tento proces racionalizace má za následek přijmout navíc 9 operátorů, oproti výrobě 4 vozů za den, pro potřebnou výrobu 8 vozů za den. Mapa spojených pracovišť je součástí přílohy E.

4.2 Vyřešení ztrát

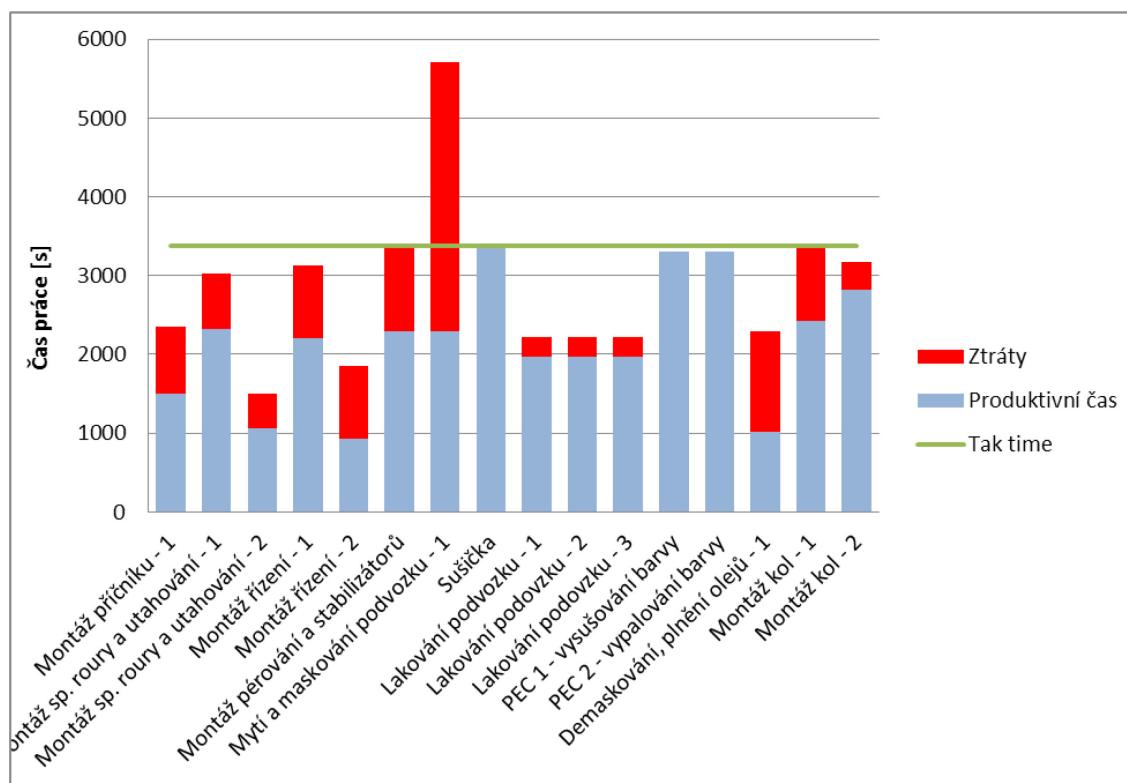
Ztráty se vyřeší na pracovišti č.8 – Mytí a maskování podvozku s tím, že zde bude pracovat pouze jeden operátor. Znamená to tedy ušetření jednoho operátora oproti spojení pracovišť.

Pracnost na pracovišti č.8 – Mytí a maskování podvozku při práci jednoho operátora:

Tabulka 5 - Analýza mytí a maskování podvozku

Pracoviště	Produktivní čas [s]	Ztráty [s]
Mytí a maskování podvozku - 1	2294	3419

Zdroj: Zpracováno na základě interních podkladů



Graf 5 - Řešení ztrát pro pracoviště mytí a maskování podvozku

Zdroj: Vlastní zpracování

Je tedy potřeba vyřešit ztráty, které činí 3419 sekund. Nad rámec stanoveného taktu linky je 2338 sekund, nebo je možné stálým zlepšováním a to metodou kaizen snížit ziskový čas novou technologií či lepším přípravkem nebo investovat do novějšího vybavení.

4.2.1 Náměry pro řešení

Ze zpracovaných náměrů na pracovišti č.8 – Mytí a maskování podvozku se vytvoří tabulka s popisem úkonů a dobou trvání jednotlivých činností. Navíc se sestaví návrh řešení těchto ztrát nebo se zrychlí proces, který nám dává přidanou hodnotu výrobku (zisk) určitou metodou, investicí do kvalitnějšího zařízení či přípravku.

Tabulka 6 - Náměry pro řešení ztrát

Pracoviště	Popis úkonu	Zisk	Ztráta	Čas [s]	Řešení	Metoda řešení	Čas po řešení [s]
Mytí podvozku	1. mytí podvozku pomocí prostředku Star	Zisk		360	Investovat do nové myčky, plně ji automatizovat a provádět tyto operace v uzavřené myčce	Nákup nové myčky	296
Mytí podvozku	přechod do skladu barev přepnout mycí zařízení Karcher	Ztráta		14			
Mytí podvozku	2. mytí podvozku pomocí Duridine	Zisk		150			
Mytí podvozku	přechod do skladu barev přepnout mycí zařízení Karcher	Ztráta		13			
Mytí podvozku	3. mytí podvozku pomocí čisté vody	Zisk		208			
Mytí podvozku	překlopit podvozek	Zisk		56			
Mytí podvozku	3. mytí podvozku pomocí čisté vody	Zisk		108			
Mytí podvozku	překlopit podvozek	Zisk		50			
Mytí podvozku	přechod do skladu barev vypsát ev. kartu	Ztráta		121	Vypisovat během mytí	Kaizen	0
Mytí podvozku	ofoukání celého podvozku dokola	Ztráta		167	Provádět automaticky v myčce	Nákup nové myčky	33
Maskování podvozku	provést podnátěr levé strany podvozku	Ztráta		300	Použit kompresor	Kaizen	50
Maskování podvozku	pokračování podnátěru levé strany podvozku	Ztráta		400	Použit kompresor	Kaizen	60
Maskování podvozku	provést podnátěr pravé strany podvozku	Ztráta		800	Použit kompresor	Kaizen	150

Zdroj: Vlastní zpracování

Jako největší investice pro zdokonalení toho procesu je investice do nové, plně automatizované myčky, která vyjde zhruba na 2 500 000 Kč.

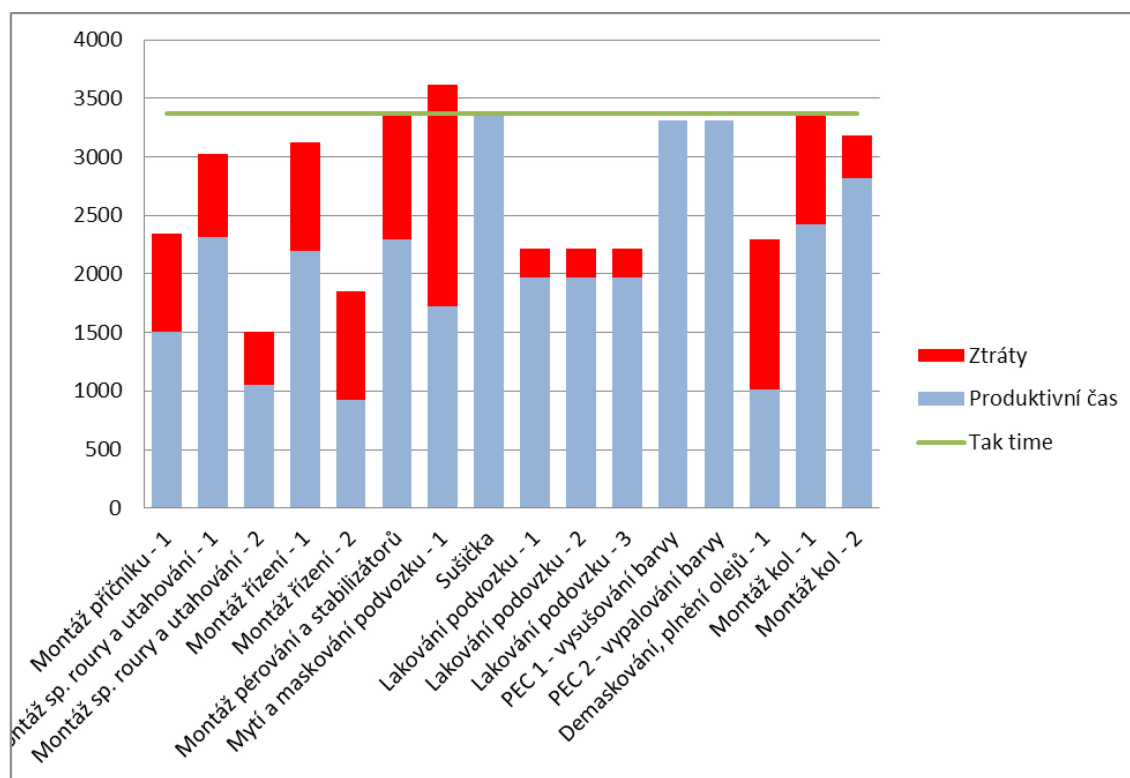
Produktivní čas a ztráty se po vyřešení změní následovně:

Tabulka 7 - Zobrazení času před a po řešení ztrát

Celkový produktivní čas před řešením [s]	Celkový produktivní čas po řešení [s]	Celkový ztrátový čas před řešením [s]	Celkový ztrátový čas po řešení [s]
2294	1722	3419	1897

Zdroj: Vlastní zpracování

Celková pracnost na daném pracovišti bude tedy 3619 sekund.



Graf 6 - Vyvážení pracovišť po zmenšení ztrát

Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu je patrné, že pracoviště je nad rámec stanoveného taktu linky, proto jako další návrh se jeví pomoc od operátora, který pracuje na pracovišti pod taktem linky. Jen se musí dát pozor na to, aby nedocházelo k blokování výroby. Proto operátor, který

pracuje na pracovišti č.2 – Montáž spojovací roury a utahování podvozků může vypomoci operátorovi na pracovišti č.5 – Mytí a maskování podvozku. Tím se výroba stane plynulou. Mapa budoucího hodnotového toku bude obsažena v příloze F.

5 CELKOVÉ ZHODNOCENÍ ŘEŠENÍ

Pro výrobu 8 vozů za den se dají využít při této celkové analýze mapování hodnotového toku celkem dvě varianty:

Varianta A

Spojení pracovišť, investování do kvalitnějšího odvětrávání v lakovacím boxu a přijetí 9 nových operátorů. Celé zpracování investic a zisků jsou zpracovány v následujících tabulkách.

Tabulka 8 - Investice varianty A

	Cena [Kč]
Investování do kvalitnějšího odvětrávání	250 000

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 9 - Mzdy pro variantu A

Přijetí 9 operátorů		
Hodinová mzda operátora [Kč]	Mzda 1 operátora / měsíc [Kč]	Mzda pro 9 operátorů / měsíc [Kč]
100	17 600	158 400

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 10 - Zisk ze zvýšení výroby pro variantu A

Zvýšení výroby o 4 vozy / den		
Cena 1 vozu typu 6x6 [Kč]	Zisk při výrobě 4 vozů / směnu [Kč]	Zisk za 1 měsíc při zvýšení výroby o 4 vozy / den [Kč]
2 700 000	10 800 000	237 600 000

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 11 - Celkový zisk za měsíc pro variantu A

		Celkový zisk za měsíc [Kč]
Celkové investice za měsíc [Kč]	408 400	237 191 600
Zisk za 1 měsíc při zvýšení výroby o 4 vozy / den [Kč]	237 600 000	

Zdroj: Vlastní zpracování

Z celkového řešení této varianty vyplývá, že i když podnik přijme navíc 9 nových operátorů montážní linky a zainvestuje do kvalitnějšího odvětrávání, dosáhne měsíčního zisku 237 191 600 Kč. Samozřejmě, že tato hodnota bude o něco menší, pokud se započítají energie při výrobě, dovážené motory a kabiny od společnosti DAF.

Varianta B

Při této variantě se částečně využilo varianty A s tím, že se zainvestuje do kvalitnějšího odvětrávání lakovacího boxu, dále pak ke zdokonalení mycího boxu, aby operace mytí byly plně automatizovány a následně vyřešení ztrát na pracovišti č.5 – Mytí a maskování podvozku přičemž tohle pracoviště bude obsluhovat pouze jeden operátor. To znamená oproti variantě A, přijmout 8 nových operátorů.

Tabulka 12 - Investice varianty B

	Cena [Kč]
Investování do kvalitnějšího odvětrávání	250 000
Investování do plně automatizované myčky	2 500 000

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 13 - Mzdy pro variantu B

Přijetí 8 operátorů		
Hodinová mzda operátora [Kč]	Mzda 1 operátora / měsíc [Kč]	Mzdy pro 8 operátorů / měsíc [Kč]
100	17 600	140 800

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 14 - Zisk ze zvýšení výroby pro variantu B

Zvýšení výroby o 4 vozy / den		
Cena 1 vozu typu 6x6 [Kč]	Zisk při výrobě 4 vozů / směnu [Kč]	Zisk za 1 měsíc při zvýšení výroby o 4 vozy / den [Kč]
2 700 000	10 800 000	237 600 000

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 15 - Celkový zisk za měsíc pro variantu B

		Celkový zisk za měsíc [Kč]
Celkové investice za měsíc [Kč]	2 890 800	234 709 200
Zisk za 1 měsíc při zvýšení výroby o 4 vozy / den [Kč]	237 600 000	

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 16 - Rozdíl mezd při přijetí 8 a 9 operátorů

	Mzdy pro 9 operátorů / měsíc [Kč]	Mzdy pro 8 operátorů / měsíc [Kč]	Rozdíl [Kč]
Za měsíc	158 400	140 800	17 600
Za rok	1 900 800	1 689 600	211 200

Zdroj: Vlastní zpracování

Z této varianty vyplývá, že pokud podnik zainvestuje do kvalitnějšího odvětrávání lakovacího boxu, zdokonalí mycí box na plně automatický a přijme 8 operátorů linky montáže podvozků, zvýší se firmě zisk za jeden měsíc o 234 709 200 Kč. Tato hodnota bude samozřejmě také o něco menší jako ve variantě A, protože se musí odečíst náklady za energie, nákup motorů a kabin od společnosti DAF. Navíc při přijmutí 8 místo 9

operátorů se ušetří za 1 rok na platech nových zaměstnanců 211 200 Kč, které se můžou využít pro návrh dalších řešení ztrát.

ZÁVĚR

Z hodnocení vyplývá, že pro cílenou výrobu 8 vozů za směnu je nutné spojit pracoviště tak, aby měly vyváženou pracnost a dále ty pracoviště, které se nepodaří vyřešit spojením či rozdělením, vyřešit jejich ztráty nebo urychlit jejich produktivní čas určitou investicí nebo metodami štihlé výroby.

Při variantě A se spojily pracoviště, zkvalitnilo se odvětrávání v lakovacím boxu. Pro výrobu 8 vozů za den je navíc nutné přijmout 9 nových operátorů linky. Při této racionalizaci dojde u podniku k navýšení nynější výroby 4 vozů za den na 8 a vznikne měsíční zisk 237 191 600 Kč.

U řešení varianty B se částečně vycházelo z varianty A, a to spojením pracovišť, přijmutí 8 nových operátorů linky a vyřešením ztrát na nejdelším pracovišti, které tvořilo úzké místo linky. Ztráty na tomto pracovišti jsem vyřešil poznatky ze studia a to hlavně metodou kaizen. I díky této racionalizaci dojde k navýšení výroby ze současných 4 vozů za den na 8 a vznikne měsíční zisk 234 709 200 Kč.

Všechny tyto hypotézy jsou založeny na teoretickém řešení, proto je nutné zkusit navrhované řešení zavést do výrobního procesu a zjistit, zda návrhy řešení jsou správné. Navrhovaná řešení jsou pro konstrukční typ vozidla 6x6, kde je pracnost výroby nejnižší, takže pokud se bude vyrábět jiný typ vozidla než je Tatra Phoenix 6x6, nemusí se pracnosti na jednotlivých pracovištích shodovat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOŠTURIÁK, Ján. - FROLÍK, Zbyněk. *Štíhlý a inovativní podnik* 1. vydání. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [2] JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba* 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 1998. 199 s. ISBN 80-7169-394-4.
- [3] NOVÁK, J. *Organizace a řízení*. 1.vyd. Ostrava, 2006. 105 s. ISBN 80-248-1223-1.
- [4] *7 druhů plýtvání* [online]. [cit. 2012-03-05]. Dostupné z: <<http://trilogiq.cz/filosofie-stihle-vyroby/7-druhu-plytvani-muda/>>.
- [5] *Kanban* [online]. [cit. 2012-03-05]. Dostupné z: <<http://www.ewizard.cz/logistika-slovník.php?detail=174>>.
- [6] UČEK, David. *CVIS: Kanban jako řídicí a integrující metoda v informačním systému* [online]. [cit. 2012-03-05]. Dostupné z: <<http://www.cvis.cz/hlavni.php?stranka=novinky/clanek.php&id=167>>.
- [7] *Vnitropodnikové materiály*, VŠB-TU Ostrava
- [8] *Kaizen* [online]. [cit. 2012-02-01]. Dostupné z: <<http://trilogiq.cz/filosofie-stihle-vyroby/kaizen/>>.
- [9] *Metoda 5S* [online]. [cit. 2012-03-05]. Dostupné z: <<http://www.vlastnicesta.cz/metody/metody-kvalita-system-kvality-iso/5s-kvalita-je-poradek/>>.
- [10] *Poka – Yoke* [online]. [cit. 2012-03-05]. Dostupné z: <<http://managementmania.com/poka-yoke>>.
- [11] *Výpis z obchodního rejstříku* [online]. [cit. 2012-03-05]. Dostupné z: <<http://rejstrik.penize.cz/45193444-tatra-a-s>>.

- [12] *Historie výroby* [online]. [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: <<http://www.tatra.cz/o-spolecnosti/historie-tatry/historie-vyroby/>>.
- [13] TATRA, a.s.: *Vnitropodnikové materiály*, TATRA, a.s.
- [14] ROTHER, Mike - SHOOK, John. *Learning to see* Version 1.2. Brookline: The Learn Enterprise Institute, 1999. 143 s. ISBN-13 978-0966784305

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obrázky

Obrázek 1 - Hrubý přehled metod, prostředků a systémů pro Štíhlou výrobu.....	10
Obrázek 3 - Štíhlá výroba.....	12
Obrázek 5 – Kaizen	15
Obrázek 7 - Historie výroby povozů a drožek.....	22
Obrázek 8 - První vůz – Präsident.....	23
Obrázek 9 - Nejnovější model Tatra Phoenix	25
Obrázek 10 - Současný pohled na areál společnosti	26
Obrázek 11 - Montáž příčnicku.....	27
Obrázek 12 - Montáž spojovací roury	27
Obrázek 13 - Montáž řízení.....	28
Obrázek 14 - Montáž přídatného převodu.....	28
Obrázek 15 - Montáž vlnovců	29
Obrázek 16 - Montáž listových per	29
Obrázek 17 - Montáž stabilizátorů	30
Obrázek 18 - Maskování podvozku.....	30
Obrázek 19 - Mytí podvozku.....	31
Obrázek 20 - Pec pro vypalování barvy	31
Obrázek 21 - Demaskování podvozku	32
Obrázek 22 - Utahovací hlava	32
Obrázek 23 – použité znaky ve VSM.....	41
Obrázek 24 – Zkrácený informační tok VSM	43
Obrázek 25 – Zkrácený materiálový tok	44

Tabulky

Tabulka 1 - Produktivní a ztrátový čas.....	34
Tabulka 2 - Analýza ztrát	35
Tabulka 3 - Analýza spojených pracovišť	46
Tabulka 4 - Analýza ztrát lakování podvozku.....	48
Tabulka 5 - Analýza mytí a maskování podvozku	49
Tabulka 6 - Náměry pro řešení ztrát.....	51

Tabulka 7 - Zobrazení času před a po řešení ztrát	52
Tabulka 8 - Investice varianty A	54
Tabulka 9 - Mzdy pro variantu A	54
Tabulka 10 - Zisk ze zvýšení výroby pro variantu A	54
Tabulka 11 - Celkový zisk za měsíc pro variantu A	55
Tabulka 12 - Investice varianty B	55
Tabulka 13 - Mzdy pro variantu B	56
Tabulka 14 - Zisk ze zvýšení výroby pro variantu B	56
Tabulka 15 - Celkový zisk za měsíc pro variantu B.....	56
Tabulka 16 - Rozdíl mezd při přijetí 8 a 9 operátorů	56

Grafy

Graf 1 - Vyváženost pracovišť při výrobě 4 vozů za směnu	37
Graf 2 - Vyváženost pracovišť pro výrobu 8 vozů za směnu	39
Graf 3 - Pracnost na spojených pracovištích pro výrobu 8 vozů za den	47
Graf 4 – Výsledný graf pracnosti pro výrobu 8 vozů za den.....	48
Graf 5 - Řešení ztrát pro pracoviště mytí a maskování podvozku	49
Graf 6 - Vyváženost pracovišť po zmenšení ztrát	52

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A - Mapa rozmístění pracovišť na montáži podvozků

Příloha B – Mapa hodnotového toku (VSM)

Příloha C – Analýza přípravných pracovišť pro výrobu 4 vozů za den

Příloha D - Analýza přípravných pracovišť pro výrobu 8 vozů za den

Příloha E - Mapa rozmístění spojených pracovišť na montáži podvozků

Příloha F – Mapa hodnotového toku budoucího stavu (VSD)